# 100 ВЕЛИКИХ НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ РОССИИ

SHOUT
SHARE
IT

# Annotation

Давно признаны во всем мире достижения российской науки. Химия, физика, биология, геология, география, астрономия, математика, медицина, космонавтика, механика, машиностроение… – не перечислить всех отраслей знания, где первенствуют имена российских ученых.

Что такое математический анализ Л. Эйлера? Каковы заслуги Н.И. Лобачевского в геометрии? Какова теория вероятности А.Н. Колмогорова? Как создавал синтетический каучук С.В. Лебедев? Какое почвоведение разработано В.В. Докучаевым? Какую лунную трассу создал Ю.В. Кондратюк? Над какими атомными проектами работал А.П. Александров? На эти и другие вопросы отвечает очередная книга серии «100 великих».

- Виорель Михайлович Ломов
- Золотая сотня
- Математика, механика
- МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭЙЛЕРА
- ГЕОМЕТРИЯ ВСЕЛЕННОЙ ЛОБАЧЕВСКОГО
- ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ ЧЕБЫШЁВА
- ЖЕНСКОЕ ЛИЦО МАТЕМАТИКИ
- ТЕОРИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЯПУНОВА
- ТЕОРИЯ КОРАБЛЯ КРЫЛОВА
- СО АН – ОЧЕРЕДНОЙ «ВЗРЫВ» ЛАВРЕНТЬЕВА
- ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ КОЛМОГОРОВА
- ТОПОЛОГИЯ ПОНТРЯГИНА
- МАТЕМАТИЧЕСКИЙ КОСМОС КЕЛДЫША
- МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА ФАДДЕЕВА
- Астрономия, космология
- КОМЕТЫ И МЕТЕОРЫ БРЕДИХИНА
- РАСШИРЯЮЩАЯСЯ ВСЕЛЕННАЯ ФРИДМАНА
- КОСМОГОНИЯ ШМИДТА
- SZEFFECT И ДРУГИЕ ЭФФЕКТЫ СЮНЯЕВА
- Физика
- ВОЛЬТОВА ДУГА ПЕТРОВА
- ЗАКОНЫ ЛЕНЦА
- 
- ПОТОК ЭНЕРГИИ УМОВА
- 
- «СВЕЧА ЯБЛОЧКОВА»
- ЛАМПА НАКАЛИВАНИЯ ЛОДЫГИНА
- ФОТОЭФФЕКТ СТОЛЕТОВА

- ДАВЛЕНИЕ СВЕТА П.Н. ЛЕБЕДЕВА
-
- НИЗКИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КАПИЦЫ
- ИЗЛУЧЕНИЕ ВАВИЛОВА – ЧЕРЕНКОВА
- ОПТИКА СЕРГЕЯ ВАВИЛОВА
- СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ И СВЕРХТЕКУЧЕСТЬ
- МАЗЕР – ЛАЗЕР БАСОВА, ПРОХОРОВА И ТАУНСА
- ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ АЛФЁРОВА
- Химия
- ОСНОВНОЙ ЗАКОН ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ
- АНИЛИН ЗИНИНА
- ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ВЕЩЕСТВА БУТЛЕРОВА
- ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И АЛЮМИНОТЕРМИЯ БЕКЕТОВА
-
- ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН МЕНДЕЛЕЕВА
- ОРГАНИЧЕСКИЙ КАТАЛИЗ И НЕФТЕХИМИЯ ЗЕЛИНСКОГО
- ВЫСОКОЕ ДАВЛЕНИЕ ИПАТЬЕВА
- ХРОМОТОГРАФИЯ ЦВЕТА
- СИНТЕТИЧЕСКИЙ КАУЧУК С.В. ЛЕБЕДЕВА
- ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА СЕМЕНОВА
- Геология, геофизика
- КЛИМАТОЛОГИЯ ВОЕЙКОВА
- ГЕОХИМИЯ ВЕРНАДСКОГО
- ГЕОХИМИЯ ФЕРСМАНА
- ГЕОЛОГИЯ СИБИРИ ОБРУЧЕВА
- ТРИ ПРОВИНЦИИ ТРОФИМУКА
- «Я НАШЕЛ НЕФТЬ. ВОТ ТАК, САЛМАНОВ»
- Археология, этнография, антропология
- ЧЕТЫРЕ НАУКИ АНУЧИНА
- ПОЛЕВАЯ ЭТНОГРАФИЯ МИКЛУХО-МАКЛАЯ
- ПОРТРЕТНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ГЕРАСИМОВА
- Биология, ботаника, агрономия
- ОРЛОВСКИЙ РЫСАК
- АГРОНОМИЯ БОЛОТОВА
- ЭМБРИОЛОГИЯ БЭРА
- ФОТОСИНТЕЗ ТИМИРЯЗЕВА
- ПОЧВОВЕДЕНИЕ ДОКУЧАЕВА
- САДЫ МИЧУРИНА
- ВИРУСОЛОГИЯ ИВАНОВСКОГО
- МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ ПРЯНИШНИКОВА
- СОБРАНИЕ ДОСТИЖЕНИЙ НИКОЛАЯ ВАВИЛОВА
- СОЛНЕЧНЫЕ ТРУДЫ ЧИЖЕВСКОГО
- Телеграф, радио, телевидение
- ТЕЛЕГРАФ ШИЛЛИНГА

- ГИПЕРБОЛОИД ИНЖЕНЕРА ШУХОВА (Шуховская башня)
- РАДИО ПОПОВА (Радиодетектив)
- ЭЛЕКТРОННОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ РОЗИНГА
- РАДИОСВЯЗЬ КОТЕЛЬНИКОВА
- Авиация
- САМОЛЕТ МОЖАЙСКОГО
- АЭРОДИНАМИКА И ТЕОРИЯ АВИАЦИИ ЖУКОВСКОГО
- ГАЗОДИНАМИКА ЧАПЛЫГИНА
- ТЯЖЕЛАЯ АВИАЦИЯ СИКОРСКОГО
- ЛАЙНЕР, ОПЕРЕДИВШИЙ ВРЕМЯ
- Космос
- КОСМИЧЕСКАЯ РАКЕТА ЦИОЛКОВСКОГО
- РАКЕТНОЕ ДЕЛО ЦАНДЕРА
- ЛУННАЯ ТРАССА КОНДРАТЮКА
- РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ КОРОЛЁВА
- Ядерный проект
- ТРИ АТОМНЫХ ПРОЕКТА А.П. АЛЕКСАНДРОВА
- ЯДЕРНЫЙ ЩИТ КУРЧАТОВА
- Техника, оружие
- «ОГНЕННАЯ МАШИНА» ПОЛЗУНОВА
- ПРИБОРЫ, МЕХАНИЗМЫ, СООРУЖЕНИЯ КУЛИБИНА
- СУХОПУТНЫЙ «ПАРОХОД» ЧЕРЕПАНОВЫХ
- РУССКИЙ БУЛАТ АНОСОВА
- СТВОЛЫ И КРИСТАЛЛЫ ГАДОЛИНА
- ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ ЯКОБИ И ДОЛИВО-ДОБРОВОЛЬСКОГО
- ПОДВОДНАЯ ЛОДКА ДЖЕВЕЦКОГО
- МОСТЫ И ЦЕМЕНТ БЕЛЕЛЮБСКОГО
- ОТЕЦ И СЫН АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ
- СРЕДНИЙ ТАНК КОШКИНА Т-34
- ГВАРДЕЙСКИЙ РЕАКТИВНЫЙ МИНОМЕТ РСЗО «КАТЮША»
- АВТОМАТ КАЛАШНИКОВА
- Физиология, медицина
- ВРАЧЕБНОВЕДЕНИЕ ПИРОГОВА
- РЕФЛЕКТОРНАЯ ТЕОРИЯ СЕЧЕНОВА
- ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА БОТКИНА
- ХИРУРГИЯ СКЛИФОСОВСКОГО
- ПСИХИАТРИЯ КОРСАКОВА
- ФАГОЦИТАРНАЯ ТЕОРИЯ ИММУНИТЕТА МЕЧНИКОВА
- ИССЛЕДОВАНИЕ МОЗГА БЕХТЕРЕВЫМ
- УЧЕНИЕ ПАВЛОВА О ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
- ОФТАЛЬМОЛОГИЯ ФИЛАТОВА
- «ДОМИНАНТА» УХТОМСКОГО
- НЕЙРОХИРУРГИЯ БУРДЕНКО

- АППАРАТ ИЛИЗАРОВА
- Экономика
- ДЛИННЫЕ ВОЛНЫ КОНДРАТЬЕВА
- ВОДА И ОГОНЬ ЧАЯНОВА
- ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ КАНТОРОВИЧА

# Виорель Михайлович Ломов
# 100 великих научных достижений России

*Внучкам Лие и Саше Огарковым*

# Золотая сотня

*Наука необходима народу.*
*Страна, которая ее не развивает,*
*неизбежно превращается в колонию.*

*Ф. Жолио-Кюри*

В данной книге представлена «золотая сотня» выдающихся научных достижений России. Это не список Forbes или богатейших российских бизнесменов, чьими кошельками гордиться России не к лицу. Список достижений не нуждается в ежегодном обновлении, так как истинным открытиям и изобретениям дефолт или тюрьма не грозят. Как говорил Вольтер, «памятники науки существуют вечно».

Книга чем-то похожа на таблицу Менделеева – в ней каждому великому открытию или изобретению из самых разных областей науки и техники отведено свое место. Таких разделов четырнадцать. Девять из них привязаны к наукам – «Математика», «Астрономия», «Физика» и т. д.; четыре – к отраслям промышленности – «Авиация», «Космос» и др.; раздел «Техника, вооружение» говорит сам за себя.

Иногда деление условно, поскольку одно и то же достижение можно отнести к разным разделам: скажем, «Свечу Яблочкова» или «Лампу накаливания Лодыгина», помещенных в «Физику», можно перенести и в раздел «Техника».

Внутри каждого раздела статьи идут в хронологическом порядке появления открытия или изобретения на свет.

Приступив к написанию этой книги, я невольно попал в положение, подмеченное английским поэтом У.Х. Оденом: «Когда я оказываюсь в обществе ученых-естественников, я чувствую себя как бедный церковный служка, который по ошибке забрел в гостиную, полную герцогов». Надо добавить – «герцогов», но отнюдь не снобов, а людей, занятых обычными для них делами – чертежами, формулами, опытами, подсчетами. Их лица изредка озаряет вспышка прозрения либо радости случайной находки. Труд и терпение – их удел.

Памятуя об этом, я старался, не вникая особо в творческую лабораторию исследователей и не вороша их «белья», по возможности (из-за формата книги) дать краткую предысторию открытия либо изобретения, изложить их суть и указать на пользу для общества и науки, в частности.

Как правило, научное достижение «привязано» к одному или

нескольким ученым, краткая творческая биография которых предваряет статью. Рассматриваются достижения только тех исследователей, которые сделали свои открытия в России и для России, даже если потом судьба занесла их на чужбину, как, например, С.В. Ковалевскую или И.И. Сикорского.

Особое место в книге занимают несколько очерков о научных достижениях, полученных большими коллективами ученых из самых разных областей науки и техники: «“Ядерный щит” Курчатова», «З АП Александрова (Три атомных проекта А.П. Александрова)», «Гвардейский реактивный миномет. РСЗО “Катюша”». Но и там я постарался увязать текст с заслугами руководителя проекта.

Главное место отдано научным достижениям прежних лет – по многим причинам.

Во-первых, большое видится на расстоянии, а современным достижениям, как и хорошим винам, еще «придет черед». Из достижений последних десятилетий взяты только те, которые безоговорочно признаны российским и мировым научным сообществом: очерки «SZEffect и другие эффекты Сюняева», «Гетероструктуры Алфёрова», «Аппарат Илизарова» и др.

Во-вторых, современное достижение слишком часто обречено быть «мельче» достижения той поры, когда наука только зарождалась и формировалась. В нем, в современном продукте, больше мелкой сложности, ненужной математики и символики, отраслевой узости и односторонности. Научные достижения сегодняшних дней очень трудно вытащить из трясины информации и назвать «научным переворотом» или «эпохальным открытием». Да и согласитесь: колесо – значительнее, нежели робот на колесах, или таблица Менделеева – чем открытие новых элементов, вписанных в нее.

И в-третьих, о заслугах современников еще как-то говорят в СМИ, а вот о подавляющем большинстве классиков уже и не вспоминают. Право, за державу обидно!

У многих российских научных достижений есть одна общая болезненная тема – патентные войны, в которые, как правило, русские ученые и изобретатели либо не вступали, либо проигрывали не из-за отсутствия боевого духа, а по причине отсутствия «торгашеской» составляющей в душе. Воровство всегда процветало в научном обществе, даже среди именитых ученых. А уж о примазавшихся предпринимателях от науки и говорить нечего. Впрочем, об этом сказано в ряде очерков.

К прискорбию наших великих ученых и к нашему общему прискорбию, сегодняшнее российское общество весьма безразлично к «завоеваниям» прошлого, как советской поры, так и

дореволюционной. Мало того что забывают о достижениях страны, но еще стараются всячески принизить их, отдать приоритет в руки иностранцам, которые даже не помышляют о нем. Примеров тому, увы, очень много: см. очерки «Электромагнитный телеграф Шиллинга», «Радио Попова», «Электронное телевидение Розинга», «Сухопутный “пароход” Черепанова», «Самолет Можайского» и т. д.

«Национальной науки нет, как нет национальной таблицы умножения», – утверждал А.П. Чехов. Писатель неправ. Да, национальной таблицы умножения нет, хотя, например, в штате Индиана (США) в соответствии с законом число π ( *пи)* равно 3,2, а не 3,1415, но вот национальная наука все же есть, и она – предмет именно национальной гордости. И когда происходит утечка мозгов, когда лучшие ученые уезжают за границу, когда хиреют и закрываются институты и научные центры – только тогда нет национальной науки, потому что ее и на самом деле нет.

Великих и значительных открытий и изобретений в различных областях науки и техники у россиян гораздо больше сотни, однако из-за формата книги я вынужден был отобрать ограниченное число, которые, как мне показалось, наиболее значительны с первого взгляда для человека ненауки.

Выражаю горячую признательность за огромную помощь писателю Виктору Еремину, моей жене Наиле, дочери Анне и редакторам издательства «Вече» Сергею Дмитриеву и Николаю Смирнову.

# Математика, механика

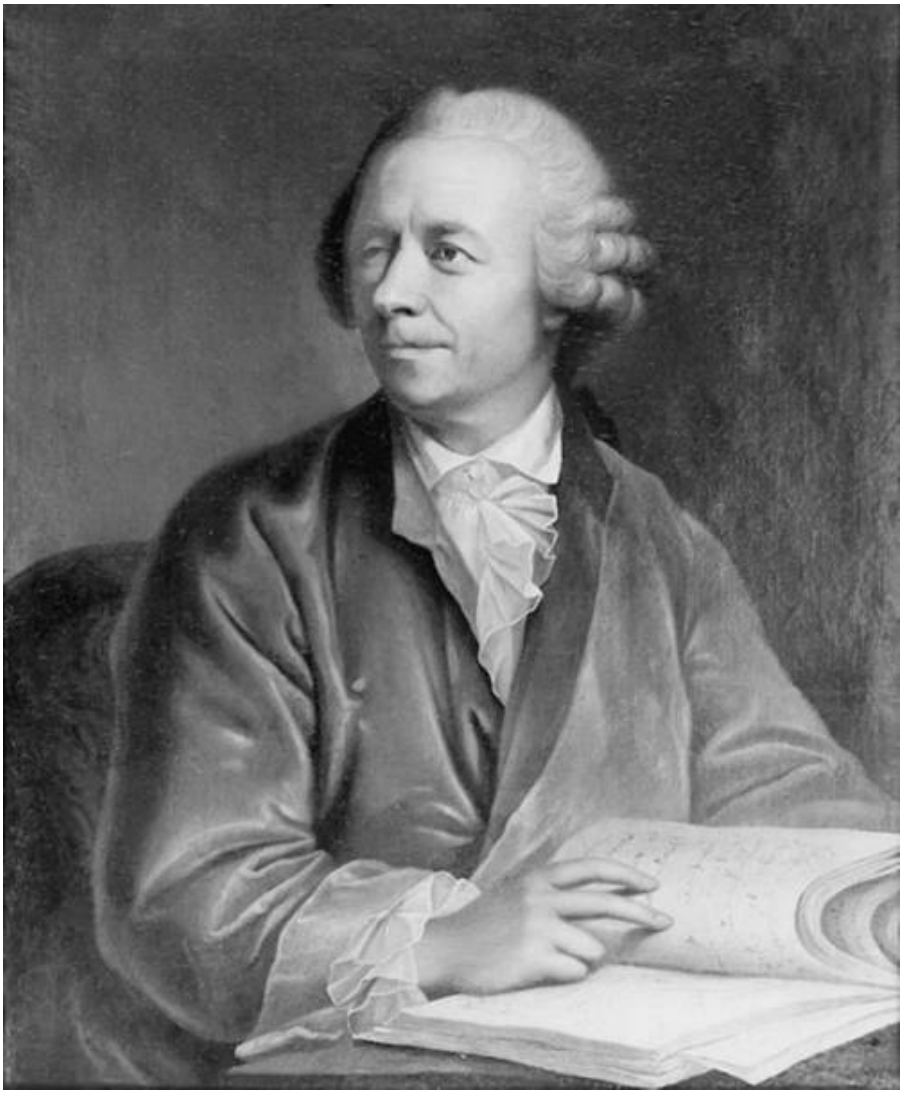
# МАТЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭЙЛЕРА

*Гениальный математик, член Петербургской, Берлинской, Парижской АН, Лондонского королевского общества, основатель русской математической школы, оказавший плодотворное влияние на развитие математического просвещения в России в XVIII в., Леонард Эйлер (1707–1783) почитается в мире как создатель 6-томного курса математического анализа – величайшего творения в истории математики.*

Весьма символично, что первый очерк о выдающихся открытиях в области естествознания и общественных наук, сделанных русскими учеными и мыслителями, которые прославили российскую науку и Россию, посвящен Леонарду Эйлеру, «идеальному математику» всех времен и народов. Швейцарец по происхождению, Эйлер (точнее – Ойлер) четверть века жил в Берлине и 30 лет – в Петербурге. Биография Эйлера сама по себе – великое научное достижение математика, в связи с чем мы уделим ей больше места, нежели авторам других открытий и изобретений.

(Кстати, мы поступим также еще пару раз, когда речь пойдет о достижениях математиков – Н.В. Лобачевского и С.И. Ковалевской.)

Первый раз математик приехал в российскую столицу в 1727 г. по приглашению недавно организованной по замыслу Петра I Петербургской АН на должность адъюнкта по физиологии.



*Л. Эйлер. Художник Э. Хандманн*

15 лет ученый прожил в России, самоотверженно трудясь на ниве российской науки и просвещения. За это время правление Петра II сменилось правлением Анны Иоанновны и Анны Леопольдовны, затем после переворота на трон воссела Елизавета Петровна. Непрерывные войны, чехарда государственных переворотов, придворная грызня напугали многих иностранных ученых – членов академии, и они от греха подальше покинули нашу страну. В 1741 г. уехал в Берлин и Эйлер – уже знаменитым математиком. Вернулся ученый в Петербург по просьбе Екатерины II в 1766 г., при ней и умер в 1783 г.

Еще в первый приезд ученый выучил русский язык и свободно говорил и писал по-русски. (Леонард вообще знал множество

европейских и древних языков.) Здесь математик нашел благоприятные условия для научной деятельности: он был хорошо обеспечен, свободно публиковал свои труды, в 26 лет был избран академиком, общался с выдающимися учеными той поры, имел непререкаемый почет и уважение. В 1770-х гг. вокруг Эйлера сформировалась Петербургская математическая школа, большей частью состоявшая из русских ученых.

Находясь в Берлине, Эйлер не терял связи с Петербургской АН. Был ее почетным членом, закупал для нее книги, физические и астрономические приборы, подбирал штатных сотрудников, редактировал математический отдел академических записок, вел переписку (в частности, с М.В. Ломоносовым), приютил в своем берлинском доме студентов из России – будущих академиков М. Софронова, С. Котельникова и С. Румовского. «Вместе с Петром I и Ломоносовым Эйлер стал добрым гением нашей Академии, определившим ее славу, ее крепость, ее продуктивность» (С.И. Вавилов). Российской академией еще целый век после смерти ученого руководили его потомки и ученики, среди которых были сын, зять сына и правнук Эйлера.

Людей, посвятивших свой век одной из самых созидательных страстей – науке, в мире немного. Речь идет не об ученых, даже великих, а о тех уникумах, которые положили свою жизнь на алтарь науки. Но даже среди них Эйлер единственный, кто самую плодотворную часть своей жизни (последние 16 лет) творил в полной слепоте, полагаясь только на силу ума, свою феноменальную память и редчайшую математическую интуицию. При этом надо отметить удивительную зоркость Эйлера и чутье в развитии научного стиля – он будто «подсмотрел» свои труды в грядущих веках и излагал их сегодняшним языком.

Дело в том, что от чуть ли не круглосуточных бдений ученый потерял в 1738 г. зрение в правом глазу, а к 1767 г. из-за катаракты ослеп полностью. (Только это обстоятельство помешало ему стать президентом Петербургской АН.) Однако это нисколько не смутило математика. Более того, «что ж, зато теперь меня уж точно ничто не сможет отвлекать от работы!» – заявил Эйлер и создал в «темный» период своей жизни половину своих трудов! (Всего за ученым числится 865 статей и мемуаров, а также 3000 писем «Научной переписки».) Слуги читали ему литературу, делали записи под диктовку, которые потом корректировали его ученики.

Помимо математики (практически всех ее областей) Эйлер занимался еще астрономией, гидродинамикой, теорией объективов, экспертизой технических проектов – например, одноарочного моста через Неву, предложенного И.П.

Кулибиным… Ученый занимался даже воздухоплаванием – незадолго до кончины он рассчитывал полет аэростата. Эйлер вообще «переводил» на математический язык все, что окружало его, – баллистику, музыку, затмение Солнца, страховое дело, лотереи, приливы и отливы морей, остойчивость и маневрирование корабля, прочность строительных конструкций, теорию турбин, длину астрономических труб… И в любой области теоретического и прикладного знания ученый достигал выдающихся результатов, совершил множество открытий. Без натяжки можно утверждать, что само слово «открытие» лучше всего сочетается с именем Эйлера.

Его работоспособность была потрясающа. В 1735 г. академии надо было срочно осуществить трудоемкие расчеты траектории кометы. Группа ученых готова была сделать это за 3 месяца. Тогда Эйлер взялся за расчеты и провел их – за 3 дня!

О феноменальных способностях математика сохранилось много воспоминаний. Так два студента, выполняя астрономические вычисления, получили различающиеся результаты в 50-м знаке и обратились к профессору за помощью. Тот в уме вычислил и выдал им верный результат.

Но перейдем к математике, которой ученый посвятил 315 своих сочинений, и к главному открытию Эйлера.

Современная Математическая энциклопедия указывает двадцать математических объектов (уравнений, формул, методов), которые носят имя Эйлера. При этом надо учесть, что большая часть теорем и методов Эйлера идут ныне под другими именами.

Дело в том, что в математике (а заодно в механике, физике, астрономии, биологии и т. д.) Эйлер не просто развивал уже существовавшие области, а открывал новые. У него на это дело была легкая рука. Математик подарил человечеству общую теорию чисел, теорию графов (топологию), теорию функций комплексного переменного, теорию кораблестроения и кораблевождения, теорию специальных функций, теорию движения твердого тела, сопротивление материалов…

Что же касается главного открытия ученого – математического анализа, которое главным назвать можно лишь условно, как один из хребтов горной цепи, им Эйлер занимался практически всю свою жизнь. Вообще большинство работ ученого посвящено анализу. Математик пропустил через себя целые его отделы, существенно упростив их и дополнив. Бесконечно малые, интегрирование функций, теории рядов, дифференциальные уравнения…

«Следов» в матанализе Эйлер оставил столько, что их еще век

«открывали» и печатали в самых элитарных научных сборниках. В современном анализе Эйлер вообще поминается чаще других математиков. Непогрешимый авторитет ученого зацементировал многие данные им обозначения (например, числа e и π), а тригонометрию и вовсе как науку сохранил в ее первозданном – созданном им в виде. В учебных заведениях этот раздел математики, изучающий тригонометрические функции и их применение к решению задач, преподают так, как ученый изложил его 250 лет назад. Кстати, как и логарифмы.

Согласно определению математический анализ – это совокупность разделов математики, посвященных исследованию функций и их обобщений методами дифференциального и интегрального исчислений. В него также входят еще ряд других математических дисциплин.

Этот самый фундаментальный труд в истории математики состоит из шести томов.

Двухтомник «Введение в анализ бесконечных» был издан в 1748 г. в Лозанне. Этот первый учебник по аналитической геометрии написан до того увлекательно и доступно, что и по сию пору не нашлось смельчака изложить его по-своему. В 1755 г. в Берлине вышло продолжение – «Дифференциальное исчисление», а в 1768–1770 гг. в Санкт-Петербурге – «Интегральное исчисление» и «Полное введение в алгебру», посвященное теории алгебраических уравнений. В 1774 г. увидел свет последний, шестой том – «Метод нахождения кривых линий, обладающих свойствами максимума или минимума», в котором Эйлер впервые изложил вариационное исчисление.

По этим книгам учились все европейские математики до середины XIX в. В 1849 г. К.Ф. Гаусс писал, что «изучение всех работ Эйлера останется навсегда лучшей, ничем не заменимой школой в различных областях математики». Слова «короля математиков» не потеряли своей актуальности и сегодня.

А мы никогда не забудем, что у Эйлера помимо его математического анализа есть еще два главных открытия: он открыл России науку в высшем ее понимании, а саму Россию открыл не только миру науки, но и всему миру.

# ГЕОМЕТРИЯ ВСЕЛЕННОЙ ЛОБАЧЕВСКОГО

*Один из крупнейших математиков всех времен, прозванный в мире «Коперником геометрии», ректор Казанского университета, Николай Иванович Лобачевский (1792–1856) является творцом неэвклидовой геометрии (геометрии Лобачевского), совершившей переворот в представлении о природе пространства. Не понятое и не принятое современниками ученого, а позднее названное «геометрией Вселенной», это открытие оказало огромное влияние на развитие математического мышления и стало одним из оснований современной математики и теоретической физики, в частности специальной (частной) и общей теории относительности.*

Над входом в Академию Платона было написано: «Да не войдёт сюда не знающий геометрии». Эта надпись понятна каждому образованному человеку, для которого главной наукой является философия, а ее преддверием служат математические науки: арифметика, музыка, геометрия, астрономия. Не погрешив против истины, скажем, что в начале всех наук была именно геометрия, родившаяся буквально на земле – для ее измерения. Первый учебник т. н. эвклидовой геометрии – «Начала» (285 г. до н. э.) – создал древнегреческий математик Эвклид.

За долгую историю эвклидова геометрия обогатилась новыми разделами: проективной геометрией, аффинной и т. д., но неизменными остались ее основные аксиомы (их пять). Как известно, аксиомы служат отправными точками доказательств, а сами не доказываются. Но только не математиками. Сотни ученых почитали за честь доказать V аксиому о параллельных: «Через точку, не лежащую на данной прямой, проходит только одна прямая, лежащая с данной прямой в одной плоскости и не пересекающая ее». Они считали ее недостаточно очевидной и полагали, что это – теорема, которая обязательно доказывается. Среди пытавшихся осуществить это было много выдающихся математиков – Птолемей, Хайям, Лежандр, Ламберт и др.

Н.И. Лобачевский в работе «О началах геометрии» (1829) впервые предложил свою – неэвклидову – геометрию, основанную на допущении аксиомы, противоположной V аксиоме Эвклида. (Через ту самую точку – предположил ученый – можно провести не одну, а сколько угодно прямых.) Не вдаваясь в подробности, скажем только, что она заключает в себе эвклидову как частный (предельный) случай. Автор назвал свою геометрию

«воображаемой», а ученый мир – «геометрией Лобачевского».

*Н.И. Лобачевский. Художник Л.Д. Крюков*

За несколько лет до Лобачевского готов был заявить о неэвклидовой геометрии и знаменитый немецкий ученый, «король математиков» К.Ф. Гаусс. Однако в начале XIX в. эвклидова геометрия обладала таким несокрушимым авторитетом, что Гаусс счел невозможным выступить против мнения научного света. Ведь отрицать одну из основных аксиом эвклидовой геометрии (а пришлось сделать именно это) значило отрицать и саму геометрию. Это было бы безумием.

Когда же Гаусс спустя несколько лет познакомился с работами русского ученого, он, не высказав публично своего отношения к ним, в своих дневниках и письмах восторгался «мастерским сочинением» Лобачевского, приносящим «совершенно исключительное наслаждение».

Судьба распорядилась так, что революцию в математике

произвел Лобачевский. В 1826 г. ученый представил свою «воображаемую» геометрию на заседании отделения физико-математических наук Казанского университета. Коллеги познакомились с сочинением «Сжатое изложение основ геометрии со строгим доказательством теоремы о параллельных» и только пожали плечами. Они не приняли новой теории, так как ничего не поняли в ней.

От Санкт-Петербургской АН также пришел отрицательный отзыв маститого математика М.В. Остроградского. Тем более ничего не поняли в неэвклидовой геометрии борзописцы от московской журналистики, вволю поиздевавшиеся над чудаком провинциалом и его «воображаемой» наукой.

Однако Лобачевский не пал духом и продолжил разработки своей геометрии. Его никто не поддержал в этом занятии, не одобрил, не понял. Раз только, в 1842 г., профессор механики Казанского университета П.И. Котельников прозорливо отметил, что «изумительный труд Лобачевского… рано или поздно найдет своих ценителей». Это было единственное прижизненное официальное признание неэвклидовой геометрии Лобачевского в России.

За рубежом математику повезло больше. В конце 1830-х гг. в одном из французских научных журналов была опубликована «Воображаемая геометрия», а в Берлине – «Геометрические исследования по теории параллельных линий». Именно эта брошюра привела Гаусса в восторг. Чтобы познакомиться с другими сочинениями Лобачевского, немецкий ученый даже выучил русский язык. В 1842 г. по представлению Гаусса Лобачевский был избран членом-корреспондентом Геттингенского научного общества.

Надо сказать, что неэвклидова геометрия была не единственным детищем русского математика. Ряд блестящих работ Лобачевский опубликовал по алгебре, математическому анализу, механике, физике и астрономии. Именно они и составили прижизненную славу выдающегося математика.

Жизнь Лобачевского была обычной жизнью провинциала и шла «параллельно» жизни столиц. Был женат, с некоторой выгодой, но не очень счастливо. Вырастил семерых детей (еще несколько умерли). Большую часть времени отдавал работе. По утрам обливался холодной водой, любил покурить, после рюмочки хереса посидеть за преферансом, съездить на охоту… Но это – дома, на досуге, а вне дома Николай Иванович отдавал себя целиком науке и университету.

Будущий ученый родился в Нижнем Новгороде 20 ноября (1 декабря) 1792 г., а всю жизнь провел в Казани.

Казанский императорский университет Николай окончил в 1811 г. За 10 лет он поднялся от магистра до ординарного профессора и декана физико-математического факультета. Лобачевский был всеяден: занимался наукой, снабженческой и просветительской деятельностью, преподавал математику, механику, физику, астрономию, геодезию; собирал и возглавлял университетскую библиотеку, заведовал обсерваторией.

Но, конечно же, самый весомый вклад ученый внес в университет, который он, шесть раз избираемый на пост ректора, возглавлял 19 лет, добившись за это время подлинного расцвета учебного заведения. Казанский университет в середине XIX в. успешно конкурировал со столичными университетами как по научным изысканиям, так и в подготовке студентов.

Ректор проделал гигантскую работу по строительству и развитию университета: были возведены главный учебный корпус, Божий храм, библиотека, астрономическая обсерватория, физический кабинет, химическая лаборатория, анатомический театр, клиника, мастерские; создана единая система преподавания; открыты «Ученые записки Казанского университета»; развивалась издательская деятельность; началось изучение университетскими учеными Востока… Во время эпидемии холеры и грандиозного пожара Казани он спас университет от бедствий.

Много занимался ученый и просветительской деятельностью: первым в России он опубликовал курс высшей алгебры, курировал преподавание в гимназиях и училищах округа, писал для них учебники, читал лекции для населения…

Николай Иванович ко всему относился с любовью – к науке, к преподаванию, к учащимся, и они отвечали ему тем же. Ректор жалел строптивых студентов (он и сам был в юности такой) и строго взыскивал с нерадивых строителей. А еще – «искоренил в учебном заведении воровство, взяточничество и дутые отчеты об успехах».

В 1830-х гг. за заслуги перед государем Лобачевский получил звание действительного статского советника, ордена Святого Владимира, Святого Святослава и Святой. Анны, был занесен в дворянскую родословную книгу Казанской губернии. Николай I наградил ученого бриллиантовым перстнем.

Когда в 1846 г. исполнилось 30 лет службы Лобачевского в университете и по уставу «занимаемая им кафедра должна была с этого времени считаться свободной», университетская общественность ходатайствовала об оставлении ученого заведующим кафедрой. Несмотря на это, Лобачевского отстранили от работы на кафедре и уволили с поста ректора,

предложив взамен должность помощника попечителя Казанского учебного округа с курированием только училищ и гимназий (без денежного довольствия). Предполагают, что систематические попытки ученого отстоять свою точку зрения в пропаганде своей «воображаемой» теории министерские мужи отнесли к умопомешательству.

Лобачевский тяжело переживал отставку. Не ладились у него семейные и житейские дела. От чахотки умер старший сын. В конце жизни не на что стало жить. Лишь за 12 дней до кончины он получил давно испрашиваемое им у министра единовременное пособие на поправку здоровья – 1500 рублей.

За год до смерти Николай Иванович подарил университету свою «Пангеометрию», надиктованную ученикам – к тому времени ученый ослеп. В этой последней работе были и те труды Лобачевского, которые коллеги либо не понимали, либо не хотели понять. Больше ничто не удерживало гения на этой земле.

Умер Н.И. Лобачевский в Казани 12 (24) февраля 1856 г. Ушел непризнанным. «И человек родился, чтобы умереть», – были его последние слова.

15 лет вспоминали Лобачевского как прекрасного ректора и педагога, а затем случилось чудо. После смерти Гаусса были опубликованы дневники и письма немецкого математика, из которых все узнали об открытии русского ученого и об оценке его трудов «королем математиков». Математический мир буквально сошел с ума. Еще бы – открытий такого порядка не было два тысячелетия! Тогда-то английский ученый В. Клиффорд и назвал Лобачевского «Коперником геометрии».

Потребовалось еще полвека для того, чтобы идеи Лобачевского вошли в математическую науку и определили весь стиль математического мышления современной эпохи.

Ученые не раз отмечали, что Лобачевский своею геометрией совершил прорыв в методологии математики, указал принципиальную «возможность построения многих непротиворечивых геометрий, которые истинны с математической точки зрения». Добавим – не только геометрий, но и действительных миров. Тем самым ученый еще прочнее объединил в союз не только физику и математику, но и математику и философию.

Неэвклидову геометрию Лобачевского дополнил великий немецкий математик Г.Ф.Б. Риман. Многие ученые Казанского университета были в первых рядах популяризаторов неэвклидовой геометрии.

Большую роль в признании трудов Лобачевского сыграли исследования Э. Бельтрами (1868), Ф. Клейна (1871), А. Пуанкаре

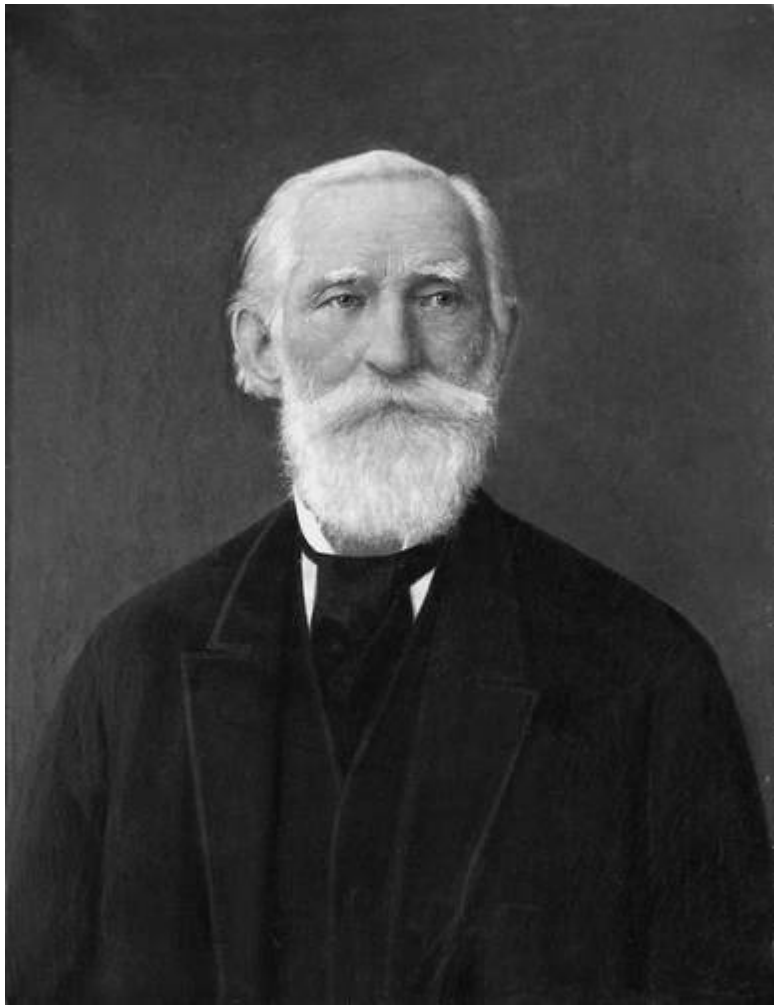
(1883) и др. А. Эйнштейн о Лобачевском не без зависти сказал: «Он бросил вызов аксиоме».

Геометрия Лобачевского нашла применение в теории функций комплексного переменного, в теории чисел, в специальной (частной) и общей теории относительности. Ныне формулы геометрии Лобачевского применяются в расчетах для ускорителей элементарных частиц. Всего и не перечесть. Ведь идеи Лобачевского весомо повлияли даже на развитие русского авангарда – творчество В. Хлебникова, К. Малевича и др.

# ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ ЧЕБЫШЁВА

*Математик, механик, педагог; доктор математики и астрономии; основатель и глава Петербургской математической школы, породившей, в свою очередь, русские математические школы – в теории вероятностей, теории чисел, теории приближения функций, теории механизмов; профессор Петербургского университета, академик Петербургской АН, почетный член всех российских университетов, член 25 академий и научных обществ мира; член Ученого комитета Министерства просвещения, рецензент учебников, составитель программы и инструкций для начальных и средних школ; кавалер Командорского креста Почетного легиона, лауреат Демидовской премии Петербургской АН; действительный тайный советник, Пафнутий Львович Чебышёв (1821–1894) является автором классических работ в механике, геометрии, баллистике, теории механизмов. Бесценен вклад ученого в интегральное исчисление, теорию вероятностей, теорию чисел. Чебышёв – основоположник теории приближения функций.*

Пафнутия Львовича Чебышёва виднейшие ученые мира называли «гордостью науки в России, одним из величайших геометров всех времен», «гениальным математиком и одним из величайших аналистов всех времен» (Ш. Эрмит, М.Г. Миттаг-Леффлер). Прямо говорили, что «для получения новых результатов в вопросе распределения простых чисел требуется ум настолько превосходящий ум Чебышёва, насколько ум Чебышёва превосходит ум обыкновенного человека» (Д.Д. Сильвестр). Русские ученые в один голос заявляли, что Чебышёв является «украшением нашей Академии», а все его труды *«носят отпечаток гениальности».*



*П.Л. Чебышёв. Неизвестный художник*

Что характерно, среди панегиристов были и чистые математики-аналисты, и математики-прикладники, и геометры, и техники. Практически во всех областях механики и математики Чебышёв получил фундаментальные результаты, выдвинул столько новых идей и методов и так далеко определил развитие этих ветвей науки, что они и по сей день сохранили свое значение.

Три главных направления научной деятельности Чебышёва: теория чисел, теория вероятностей и теория механизмов – равновелики – и сами по себе, и своим влиянием на развитие науки «в мировом масштабе». В каждом из них математик «изобрел новые методы для решения трудных вопросов, которые были поставлены давно и оставались нерешенными. Вместе с тем он поставил ряд новых вопросов, над разработкой которых трудился до конца своих дней» (академики А.А. Марков, И.Я.

Сонин).

Выберем посему область, что поближе к нашей повседневной практике, – теорию механизмов, но не забудем указать и самые значительные труды ученого из других сфер науки. Это – докторская диссертация Пафнутия Львовича «Теория сравнений» (1849), полвека служившая учебником для высшей школы; две статьи «Об определении числа простых чисел, не превосходящих данной величины» и «О простых числах» (1850), ставшие началом его теории чисел; работа «О средних величинах» (1867), легшая в основу теории вероятностей; трактаты «О функциях, наименее уклоняющихся от нуля» (1857), «Теория наилучшего приближения функции многочленами», явившиеся основанием теории приближений.

Сорок лет Чебышёв сотрудничал с военным артиллерийским ведомством, для которого выполнил ряд блестящих работ по усовершенствованию дальнобойности и точности артиллерийской стрельбы.

В исследовании «О черчении географических карт» (1856) Чебышёв поставил базовую задачу картографии (и начал решать ее) – найти картографическую проекцию любой страны, сохраняющую подобие в ее отдельных частях, с минимальным искажением масштаба. (Для Европейской России погрешность задавалась менее 2 % при реально достижимой тогда более 5 %.) Эта задача была решена позднее учеником Чебышёва профессором Д.А. Граве.

Всех исследований, статей и сообщений Чебышёва, в которых он самыми элементарными (с точки зрения царицы наук) средствами получил великолепные научные результаты, не перечислишь, так как, по подсчетам библиографов, этот список занимает несколько журнальных страниц. Одних только названий классических математических соотношений, связанных с именем математика, не один десяток: многочлены Чебышёва, неравенства, множество, система функций, фильтр, механизм, функции Ψ и Θ, сеть, формула, полиномы и т. д.

Нельзя не упомянуть и о предложении Чебышёва Петербургской АН – избрать членом-корреспондентом С.В. Ковалевскую, а также о его учениках – А.М. Ляпунове, А.А. Маркове, В.А. Стеклове, Д.А. Граве, Г.Ф. Вороном, А.Н. Коркине, Е.И. Золотареве. Будущие академики и главы других математических школ завершили проработки и идеи учителя – по теории фигур равновесия вращающейся жидкости, по теории цепей и т. д.

Пафнутий Львович любые теоретические проблемы математики старался увязать с практической деятельностью

людей. Не раз подчеркивая, что в любом деле надо по возможности добиваться как можно большей выгоды, Чебышёв свои математические открытия совершил при решении прикладных задач. Более того, теории механизмов и машин ученый отдал едва ли не треть своей жизни. Глубокие теоретические изыскания в этой области математик успешно сочетал с конструированием конкретных механизмов. Ряд теоретических работ Чебышёва: «Об одном механизме», «О зубчатых колесах», «О центробежном уравнителе», «О кройке платьев» и т. п. – были воплощены в конкретные машины и устройства. Помимо этих сугубо практических вопросов Чебышёв вывел несколько сложнейших соотношений: структурную формулу плоских механизмов – т. н. формулу Грюблера (немецкий ученый, «открывший» ее на 14 лет позднее Чебышёва), теорему о существовании трехшарнирных четырехзвенников, описывающих одну и ту же шатунную кривую, нашедшую широкое применение на практике, и т. д.

Многочисленные работы Чебышёв посвятил синтезу шарнирных механизмов, в частности параллелограмму Уатта, изучение которого натолкнуло математика на постановку задачи о наилучшем приближении функций. Решив эту задачу, Чебышёв создал механизмы, в которых криволинейное движение свел к недостижимому ранее – прямолинейному (в некотором приближении), что вывело конструирование шарниров на принципиально новый уровень, а сами шарниры сделало значительно долговечнее. Ученый построил также немало механизмов, одним своим названием говорящих об их неординарности: парадоксальный механизм, механизмы с остановками, «выпрямители движения» и т. д. Всего ученый создал 41 оригинальный механизм и 40 их модификаций. Многие из них применяются ныне в современном автомато– и приборостроении.

На Международной промышленной выставке в Чикаго (1893) Чебышёв представил свои конструкторские разработки, произведшие на посетителей неизгладимое впечатление: «стопоходящую» машину, воспроизводящую шаги четвероногого животного, самоходное кресло, лодку с гребным механизмом, сортировку для зерна, центробежный регулятор, быструю счетную машину (арифмометр), выполнявшую четыре арифметических действия. Поговаривали даже, что академик изобрел «перпетуум мобиле» и ходящего деревянного «человека» (прообраз Буратино?)…

Все эти «чудеса» были созданы Чебышёвым не ради эффекта, а для очень конкретных и жизненно необходимых вещей. Так,

например, сортировалка была сконструирована для сортировки зерна с целью отобрать лучшие – более тяжелые зерна; стопоходящая машина стала первым в мире шагающим автоматом с шарнирным механизмом, переводящим движение по окружности в прямолинейное движение (прототип советского лунохода); «велосипед» продемонстрировал идею ножного привода; наконец, арифмометр явился первой вычислительной машиной непрерывного действия…

Закончить очерк хочется теми же словами, которыми и начал его, – России есть кем и есть чем гордиться, пока в ней есть такие люди, как П.Л. Чебышёв, и созданная им русская школа математики.

# ЖЕНСКОЕ ЛИЦО МАТЕМАТИКИ

*Математик, писательница, публицист, активный проповедник просвещения и равноправия женщин, доктор философии Геттингенского и ординарный профессор Стокгольмского университета, первая в мире женщина – профессор математики и первая женщина – член-корреспондент Петербургской АН на физико-математическом отделении, Софья Васильевна Ковалевская, урожденная Корвин-Круковская (1850–1891), прославилась своими работами по астрономии, функциональному анализу, теории потенциала, математической физике. Самой знаменитой работой математика стала «Задача о вращении твердого тела около неподвижной точки» (1888), нашедшая в дальнейшем широкое применение.*

Ученый совет Парижской АН трудно чем-то удивить. Но однажды он был сражен, когда, присудив свою самую престижную награду в области математики – премию Бордена за работу «Задача о вращении твердого тела вокруг неподвижной точки» (гироскопа), вскрыл конверт и обнаружил на записке с фамилией автора имя русской женщины – Софьи Васильевны Ковалевской. Конверт украшал девиз из рыцарских времен: «Говори, что знаешь, делай, что должен, будь, чему быть!» Едва оправившись от изумления, Парижская академия тут же увеличила размер премии с 3000 до 5000 франков, сопроводив вручение панегириком: «Между венками, которые мы даем сегодня, один из прекраснейших и труднейших для достижения возлагается на чело женщины, труд которой является не только свидетельством глубокого и широкого знания, но и признаком ума великой изобретательности». Премию увеличили, так как лауреат не просто «усовершенствовал задачу о вращении в каком-нибудь существенном пункте», как того требовала академия, а дал полное ее решение. Это случилось в 1888 г., и с тех пор Ковалевская числится в обойме самых именитых математиков человечества. Исследование, которое блестяще провела Софья Васильевна, по-другому называют задачей о вращении тяжелого несимметричного волчка – одной из сложнейших в аналитической механике. Надо отметить, что удивление «бессмертных» имело все же больше гендерный характер, нежели профессиональный. Ведь к тому времени Ковалевская была уже достаточно известна в мире математики. Так, еще в 1874 г. (в 24-летнем возрасте) за исследование «К теории дифференциальных уравнений в частных производных» (теорема Коши – Ковалевской, вошедшая во все курсы анализа) она была удостоена

Геттингенским университетом степени доктора философии по математике и магистра изящных искусств. «Наивысшую похвалу» этот труд заслужил за разрешение одной из сложнейших проблем в сфере чистой математики и за «приземление» ее для потребностей механики, физики и астрономии.

*С.В. Ковалевская*

Ряд других работ Ковалевской принадлежал также к труднейшим областям математики. В частности, Софья Васильевна доказала яйцевидную (а не эллиптическую – по Лапласу) форму колец Сатурна, «приведя ультраэллиптический интеграл, содержащий полином восьмой степени, к эллиптическому интегралу первого рода». Теоретический вывод Ковалевской в конце XIX в. был эмпирически подтвержден А.А. Белопольским, Д. Килером и А. Деландром. Этому красивейшему «космическому» доказательству поэты посвящали свои стихи. Ф. Леффлер, например, написал в память о Софье Васильевне проникновенные строки:

*Прощай! Со славою твоей*
*Ты, навсегда расставшись с нами,*
*Жить будешь в памяти людей*
*С другими славными умами,*
*Покуда чудный звездный свет*
*С небес на землю будет литься,*
*И в сонме блещущих планет*
*Кольцо Сатурна не затмится…*

Одной из малых планет между Марсом и Юпитером Международным астрономическим союзом присвоено имя Софьи Ковалевской как внесшей выдающийся вклад в развитие мировой цивилизации.

Ковалевская обладала разносторонними талантами и прославилась еще и как мастер высококачественной прозы (роман «Нигилистка», драма «Борьба за счастье», семейная хроника «Воспоминания детства» и др.). И хотя в этих произведениях душевных переживаний и нежности было куда больше, чем в математике, они отстояли не так уж и далеко от сугубо математических проблем, поскольку требовали такой же точности оценок, выражений и формулировок.

Но предпочтение Софья Васильевна все же отдавала математике, хотя однажды и забросила ее на целых 6 лет. Ковалевской не давали удовлетворения ее ученые труды. Душевная тоска и разбитые надежды на счастье были ее долгими спутниками. «Моя слава лишила меня обыкновенного женского счастья, – писала она. – Почему меня никто не может полюбить? Я могла бы больше дать любимому человеку, чем многие женщины, почему же любят самых незначительных и только меня никто не любит?» У Ковалевской были резоны сетовать на судьбу, так как личная жизнь хоть и была насыщена разными переживаниями, была все же несчастлива. Муж ее, профессор Владимир Онуфриевич Ковалевский, покончил с собою от душевного расстройства после того, как разорился. По иронии судьбы второй

ее избранник оказался тоже профессором и тоже Ковалевским (однофамильцем), Максимом Максимовичем, соединить с которым свою жизнь Софьи была не судьба – от воспаления легких она умерла в 41 год. Весь мир переживал ее уход. За несколько лет до смерти Ковалевская напророчила себе, что 1891 г. будет для нее годом просветления, а за месяц до кончины была почти уверена в нем.

Ковалевская всегда стремилась к чему-нибудь трудному, во всем «дойти до сути», постоянно ставила себе сложные задачи в науке и в жизни и, решив их, тут же спешила заняться новыми. Жизнь ее сложилась драматично – увы, женщины не могут без драм. «Она никак не могла освоиться в Стокгольме, как и вообще нигде на белом свете, но нуждалась всегда в новых впечатлениях для своей умственной деятельности, постоянно требовала от жизни драматических событий».

Но осушим слезы и вернемся к черствой (хотя и такой пленительной) науке.

К тому времени, когда мир узнал ее работу о вращении волчка, Софья Васильевна состояла членом Московского математического общества и возглавляла кафедру математики в Стокгольмском университете, где печатала свои труды и читала блестящие лекции на немецком и шведском языках, за которые студенты устраивали ей овации и подносили букеты цветов. Она являлась также членом редколлегии шведского журнала «Acta mathematica», в котором напечатала одну из своих известнейших работ об Абелевских функциях.

Что же касается главного труда Ковалевской о волчке, этой проблемой занимались до нее знаменитые математики – Л. Эйлер, Ж.Л. Лагранж и др. Предшественники решили две из трех задач уравнений движения твердого тела около неподвижной точки. Ну а Ковалевской пришлось решить самую сложную и одновременно доказать, что тем самым «исчерпываются средства современного анализа».

Ковалевская подошла к этой задаче с позиций теории аналитических функций, которою она хорошо владела, и ей удалось разобрать до конца новый, открытый ею случай вращения твердого тела. Чтобы не усложнять рассказ, скажем лишь: помогла математику найти красивое решение (хотя и очень сложное по форме) теория гиперэллиптических функций. Ковалевская указала верное направление в решении этой задачи, после чего другие математики и механики (С.А. Чаплыгин, Н.Е. Жуковский, Т. Леви-Чивита) начали заниматься ею с различных точек зрения, а А.М. Ляпунов в 1894 г. придал ее результатам весьма общую форму. Н.Б. Делоне для пущей

наглядности даже сконструировал прибор, воспроизводящий волчок (гироскоп) Ковалевской «^». Отец русской авиации Н.Е. Жуковский восхищался легкостью и простотой ее анализа. Он дал геометрическое истолкование решения этой задачи.

Ковалевская продолжила заниматься этой темой, и в 1889 г. за два сочинения, состоящие в связи с той же работой, получила премию короля Оскара II от Стокгольмской АН.

Российская АН, не пожелав отставать от Парижской, избрала Ковалевскую в 1889 г. своим членом-корреспондентом на физико-математическом отделении, хотя до этого всячески тормозила ее принятие, ссылаясь на отсутствие прецедента. Не иначе господа академики женщину в академии путали с женщиной на корабле.

Однако когда Софья Васильевна пожелала как член-корреспондент присутствовать на заседании академии, ей ответили, что пребывание женщин на таких заседаниях «не в обычаях академии». Более того, даже работы для нее в Петербурге не нашлось. Максимум, на что она могла рассчитывать, – стать учительницей арифметики. Стоит ли удивляться после этого, что Ковалевская отдала много сил борьбе за женскую эмансипацию!
Последними словами этой прекрасной женщины были: «Слишком много счастья».

# ТЕОРИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЯПУНОВА

*Математик, механик; профессор Харьковского, Казанского, Петербургского, Новороссийского университетов; академик Петербургской АН; иностранный член Академии dei Lincei в Риме, член-корреспондент Парижской АН, иностранный член математического кружка в Палермо, почетный член Харьковского математического общества, непременный член Общества любителей естествознания в Москве и других научных обществ, Александр Михайлович Ляпунов (1857–1918) знаменит своими классическими трудами в математической физике (теория потенциала, задача Дирихле), теории вероятностей (метод характеристических функций, доказательство центральной предельной теоремы), гидродинамике. Классикой механики стала монография ученого «О фигурах равновесия однородной вращающейся жидкости, мало отличающихся от эллипсоидальных», изданная в 1906–1914 гг. на французском языке. Ляпунов создал современную науку об устойчивости и равновесии движущихся механических систем, определяемых конечным числом параметров.*

Говоря о трудах гениальных математиков, надо всегда иметь в виду, что их научные достижения проявляются в двух сферах: математической и практической. Так и хочется сказать: в двух небесных сферах. Впрочем, эта мысль не просто цветистость речи. Что касается главного научного достижения Ляпунова – теории устойчивости, одной из важнейших проблем математической физики и механики, – без нее и впрямь в небесной механике и космологии не решить проблемы устойчивости движения. Так, в середине XX в. именно методы Ляпунова позволили полностью разрешить проблему устойчивости движения искусственных спутников Земли, в частности устойчивости движения в центральном поле тяготения и устойчивости вращательных движений спутника вокруг его центра инерции.

С точки зрения ученых, теория устойчивости Ляпунова – перл не только математики, а науки вообще. Именно таким, утверждают они, прозрачный и ясный, при всей его сложности, непогрешимой и завершенный (ее до сих пор читают в университетах и применяют в расчетах в том виде, в каком изложил автор), должен быть истинный классический научный труд. Вот уже 120 лет эта теория является основным сочинением по теории устойчивости.

Не станем углубляться в математические формулы и сложнейшие доказательства Ляпунова, поскольку они доступны весьма узкому

кругу избранных. По признанию самих математиков, проблема устойчивости движения принадлежит к категории труднейших задач естествознания. Во всяком случае, докторская диссертация Александра Михайловича «Общая задача об устойчивости движения» (1892) оказалась крепким орешком даже для таких выдающихся математиков, как профессор Н.Е. Жуковский и профессор Б.К. Млодзеевский, выступивших оппонентами.

*А.М. Ляпунов*

При создании теории автор исходил из трех главных предпосылок: отклонения параметров движения принимались бесконечно малыми, возмущенное движение рассматривалось при отсутствии возмущающих сил и на бесконечно большом интервале времени. Что же получил математик в итоге?

Если коротко, Ляпунов представил результаты интегрирования некоторых систем линейных и нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений, привел

доказательства существования асимптотических и периодических решений, а также доказал «теорему о неустойчивости движения в случае, когда силовая функция сил, действующих на систему, не есть максимум, и когда это обнаруживается ее квадратичной формой в разложении вблизи положения равновесия». К слову сказать, эту теорему, как и вообще проблему устойчивости движения, тщетно пытались доказать лучшие математики мира, от Ж. Лагранжа до А. Пуанкаре, и когда ее в 1897 г. опубликовали в «Journal des mathematiques», А.М. Ляпунов стал «первоклассным геометром» и знаменитостью в научном мире.

Помимо математики и механики, теория Ляпунова используется еще и в химии, термодинамике, синергетике и многих других науках. На ней базируется вся современная техника: тяжелое, общее, а в недавнем прошлом – и среднее машиностроение, судо-, авиа-, автомобилестроение, архитектура, строительство сооружений и т. д.

Сегодня немыслимо что-либо конструировать, не определяя зависимость режима работы изделия от величины допусков на его изготовление и от воздействия незначительных возмущающих сил при эксплуатации, поскольку именно они влияют в первую очередь на динамические характеристики современных двигателей, на верность траектории космических аппаратов, на безопасность транспорта, на точность попадания снарядов и ракет.

Устойчивость самолета, то есть его способность автоматически, без вмешательства летчика, возвращаться в исходное, начальное положение во время полета, если какая-либо внешняя причина вывела его из этого положения, является одним из главных технических требований при конструировании летательного аппарата. Задача о динамической устойчивости полета самолета решается как частный случай общей задачи механики об устойчивости движения по Ляпунову.

При строительстве зданий теория устойчивости позволяет получать множество расчетных моделей в связи с появлением новых материалов, усложнением воздействий сейсмических, циклических, динамических и других нагрузок.

Теория равновесия Ляпунова положена в основу автоматического управления всеми производственными процессами и телеуправляемыми системами.

Казалось бы, зачем к строительным и инженерным работам притягивать такую непростую науку, оперирующую абстрактными символами и дающую подчас ненужную на практике точность? Дело в том, что другие, более грубые подходы не удовлетворяют современным требованиям к объектам в вопросах устойчивости

их движения, да их, по сути, и нет. Физику и технику вполне устраивает детище Ляпунова.

Свое учение математик создавал в течение 7 лет, с 1885 по 1892 г. Возглавляя кафедру механики Харьковского университета, приват-доцент тащил на себе все преподавание механики, составление образцовых курсов и руководств, практические занятия со студентами, а затем до 5 утра еженощно корпел над вопросами общей теории устойчивости.

Отказываясь на протяжении 4 лет от предложений получить докторскую степень даже за малую часть того, что сделал, довольствуясь скромным приват-доцентским содержанием в 1200 рублей в год, Александр Михайлович выпустил свой фундаментальный 261-страничный труд лишь после тщательнейшей его отделки в издательстве Харьковского математического общества.

Теория устойчивости равновесия дала несравненно более точные решения, чем существовавшие до нее. До работ Ляпунова вопросы об устойчивости решались по первому приближению: все нелинейные члены уравнений отбрасывались, хотя такой способ линеаризации уравнений движения не всегда был законным.

Диссертация и последующие работы Ляпунова в области устойчивости содержат целый ряд фундаментальных результатов в теории обыкновенных дифференциальных уравнений – как линейных, так и нелинейных.

Несколько слов о семействе Ляпуновых, бывшем некогда одним из самых знаменитых в России. Ляпуновы происходили от галицкого князя Константина Ярославича, младшего брата Александра Невского. Михаил Васильевич, отец математика, был астрономом, получившим известность своими исследованиями туманности Ориона, директором Демидовского лицея в Ярославле. Старший брат Александра Михайловича Сергей был известным русским композитором, пианистом и дирижером. Младший брат Борис – филологом, профессором Одесского университета.

# ТЕОРИЯ КОРАБЛЯ КРЫЛОВА

*Математик, кораблестроитель, педагог, заслуженный деятель науки и техники, академик, кавалер ордена Святого Станислава 1-й степени и трех орденов Ленина, лауреат Сталинской премии, Герой Социалистического Труда, Алексей Николаевич Крылов (1863–1945) написал более 300 работ по математике и механике, физике и астрономии, по теории магнитных и гироскопических компасов, баллистике и теории стрельбы, гидродинамике и геодезии и т. д. Главным трудом ученого, признанным во всем мире, стала его теория (мореходные качества) корабля.*

Кораблестроители и математики спорят до сих пор, кто Крылов – корабел или математик. Всех поражают простота и ясность его доказательств и решений, их академическая строгость, все рады называть ученого «своим». Труды Крылова много лет обеспечивали отечественной кораблестроительной науке приоритет в мире. Сам Алексей Николаевич никогда не считал себя «чистым» математиком и всегда ратовал за приложение этой науки к различным вопросам морского дела. Чутко ощущая запросы времени, Крылов предпочтение отдавал не теории, а практике. К примеру, написав много работ по теории артиллерийской стрельбы, ученый разработал для тренировки наводчиков и т. н. «прибор Крылова». Он изобрел машину для решения дифференциальных уравнений, как эксперт участвовал при постройке моста Петра Великого и как инженер в строительстве Володарского моста в Петербурге (Ленинграде) и т. д. При этом математик не держался за «место» или за направление исследований. Скажем, в 1916–1921 гг. он вовсе занимался не морским, даже не земным, а небесным делом – возглавлял Главную физическую обсерваторию и Главное военно-метеорологическое управление.

*А.Н. Крылов*

Математик свои замыслы любил и мог воплощать. Когда на этом пути встречались препятствия, Крылов преодолевал их с завидной настойчивостью. Немало пришлось бороться ученому, отстаивая свои предложения, с чиновничеством. Он никогда не был рабом субординации. И если видел в генеральском мундире воплощенную косность, боролся с нею всеми средствами, даже когда сам был в чине лейтенанта или подполковника. Рутинеру «отписаться, отмолчаться, отказать» Крылову было непросто. Принципиальность нередко обходилась правдоискателю выговорами в приказах по флоту с формулировкой – «за употребление в служебном докладе выражений и тона, противных дисциплине и правилам воинского чинопочитания», но это не останавливало его.

В начале XX в. Крылов тесно сотрудничал с адмиралом С.О. Макаровым по вопросам плавучести корабля. Идеи Макарова по

борьбе с креном или дифферентом поврежденного корабля затоплением неповрежденных отсеков пришлось отстаивать Крылову. Много лет он доказывал, что «спасать корабль, когда он получает пробоины, надо не откачкой воды, а, наоборот, надо спрямлять корабль, затопляя другие отделения, кроме поврежденных, чтобы корабль не опрокидывался». Понадобились гибель броненосца «Петропавловск», трагедия Цусимы, прежде чем теория Крылова о непотопляемости стала применяться в практике кораблестроения.

Крылова во всем мире называют создателем современной теории корабля. 150 лет назад, когда Алеша ходил еще под стол пешком, проблему качки корабля и его непотопляемости тщетно пытались одолеть многие выдающиеся математики. Законодатель корабельных мод, – Англия вообще решила, что эта проблема не разрешима.

Однако уже к 1890-м гг. выдающимся флотоводцем С.О. Макаровым были заложены основы учения о непотопляемости и живучести корабля, и молодой ученый Крылов их блестяще развил. Начал математик с того, что создал теорию качки корабля на волнении и с нею вышел на просторы мировой науки. Этим капитальным трудом Крылов занимался еще 45 лет, опубликовав в 1938 г. свою знаменитую «Качку корабля». Работа по обеспечению плавучести и остойчивости корабля и ныне востребована, поскольку представленные в ней таблицы непотопляемости стали морской таблицей умножения для флотоводцев и корабелов всего мира. Помимо указанной, математик написал еще много работ, посвященных этому вопросу: «Теория корабля» (1907, доп. 1933), «О расчете балок, лежащих на упругом основании» (1930), «Вибрация судов» (1936) и др.

А тогда, в 1890-х, никому неведомый капитан Крылов изложил свою теорию в Британском обществе кораблестроительных инженеров и поверг снобов с Альбиона в шок. Они вынуждены были впервые присудить золотую медаль общества ученому-иностранцу, да еще русскому!

Математик не был известен в Англии, но в научных кругах России его в ту пору уже хорошо знали как автора десятков работ по теории магнетизма (девиации магнитного компаса) и теории гироскопических компасов. За эти классические труды академик спустя полвека получил Сталинскую премию I степени. Принципы, разработанные Крыловым, применяются сейчас в авиационных и корабельных навигационных приборах.

В конце 1880-х гг. Крылов работал на франко-русском судостроительном заводе в Петербурге, а затем учился в Морской

академии, где написал свою первую серьезную работу по усовершенствованию орудийной башни строящегося броненосца «Император Николай I». Тогда же он заинтересовался и расчетами килевой качки корабля. А через какое-то время Гидрографический департамент поручил ему «изучить вопрос о килевой качке корабля и установить, какой нужно учесть запас глубины под килем, чтобы обеспечить безопасность прохода в любую погоду» яхте «Полярная звезда» с Николаем II на борту.

Крылов блестяще справился со сложнейшей задачей, после чего и был послан в Лондон – чтоб знали наших! Тогда же он написал «Теорию качки корабля», ставшую бестселлером мореходов. Со временем теория была дополнена новыми исследованиями. Например, при изучении влияния качаний корабля на меткость стрельбы Крылов создал теорию усмирения бортовой и килевой качки и первым предложил гироскопическое демпфирование, ставшее самым распространенным способом усмирения бортовой качки. Основы своего учения Алексей Николаевич излагал в лекциях слушателям Морской академии начиная с 1892 г. В своих лекциях он впервые систематизировал практические методы производства приближенных вычислений, встречающихся в технических вопросах кораблестроения и судовождения.

Кораблестроению и математике ученый отдал 60 лет жизни. При этом он всячески содействовал утверждению и воплощению замыслов своих коллег. В начале XX в., когда Алексей Николаевич занимал генеральский пост главного инспектора кораблестроения и председателя Морского технического комитета, под его руководством был осуществлен проект корабельного инженера, профессора Морской академии И.Г. Бубнова по строительству линейного корабля типа «Севастополь». Этот линкор, эскадренные миноносцы типа «Новик», разработанные Крыловым, а также теплоходы долгое время оставались лучшими кораблями своего класса в мире.

Неоценим вклад ученого в строительстве советского Военно-Морского Флота. (Академику после Октябрьской революции 1917 г. предлагали переехать в Америку, но он отказался.) В 1920–1927 гг. правительство поручило Крылову строить и закупать за границей пароходы. Ученый справился и с этой задачей.

С 1928 г. Крылов возглавлял Физико-математический институт АН СССР в Ленинграде, принимал участие в создании новых кораблей, гироскопических приборов, в строительстве мостов, доков. Даже в весьма почтенном возрасте Алексей Николаевич не прекращал своих теоретических изысканий и

консультаций по вопросам кораблестроения и работы судостроительных предприятий. Многие, казалось бы, неразрешимые проблемы разрешались легко и просто, когда за них брался прославленный академик.

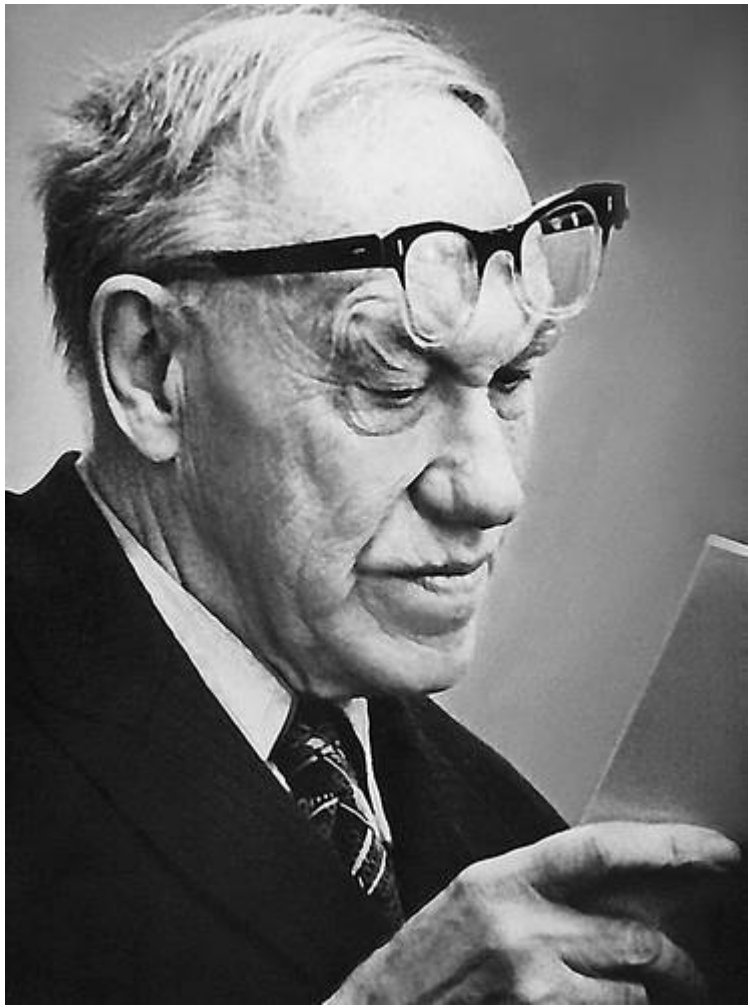
50 лет Крылов преподавал в стенах Военно-морской академии, а также в Петербургском (Ленинградском) политехническом институте и других вузах. В 1919–1921 гг. ученый читал лекции на курсах комиссаров флота, заразив всех, часто малограмотных, слушателей любовью к математике и науке вообще.

Научные достижения математика и корабела достойно умножают его переводческие труды. В 1915–1916 гг. ученый издал «Математические начала натуральной философии» И. Ньютона, переводу которых с латинского языка он посвятил два года упорного труда. Переводчик снабдил текст еще 207 примечаниями и пояснениями для слушателей Морской академии.

# СО АН – ОЧЕРЕДНОЙ «ВЗРЫВ» ЛАВРЕНТЬЕВА

*Математик, механик, педагог, общественный деятель, воспитатель молодежи, депутат Верховного Совета СССР пяти созывов; профессор, академик, вице-президент АН СССР, член ряда иностранных академий и научных обществ, вице-президент Международного математического союза; лауреат Ленинской, дважды Сталинской премии, кавалер пяти орденов Ленина и других высших отечественных и зарубежных наград, Герой Социалистического Труда, Михаил Алексеевич Лаврентьев (1900–1980) знаменит своими работами по теории множеств, теории функций, дифференциальным уравнениям, вариационному исчислению, математическим методам в механике. Грандиозным вкладом в развитие советской науки стала организация Лаврентьевым Сибирского отделения АН СССР (СО АН) и Новосибирского Аакадемгородка. Несмотря на множество других научных достижений, именно создание СО АН стало главным делом жизни ученого, так как вобрало в себя и его исследования, а также теории, открытия и изобретения сотен других советских ученых.*

Создание крупных научных центров, позволивших в течение десятилетий тысячам блистательных ученых из разных областей науки беспрепятственно, в оптимально благоприятных условиях мыслить, творить и созидать на благо человечества и собственного народа – подобное достижение ученого-организатора науки, быть может, ценнее любых личных выдающихся заслуг. Таковых бескорыстных созидателей мировая история знает единицы. Далеко не последнее место в их ряду занимает организатор и первый председатель знаменитого СО АН М.А. Лаврентьев.



*М.А. Лаврентьев*

Творчество ученого всегда отличала органическая связь его математических теорий с нуждами практики. Совместно с М.В. Келдышем он, например, написал работу «О движении крыла под поверхностью тяжелой жидкости», позволившую создавать суда на подводных крыльях. Другие его труды послужили развитию самолетостроения, расчету плотин и строительству сложных гидротехнических сооружений на Волге, Днепре и других реках страны.

Обнаружив явление сваривания металлов при взрывах, Лаврентьев вместе с учениками и институтом Е.О. Патона провел эксперименты по сварке взрывом. Этот метод положен сегодня в основу многих современных технологий. Скажем, не будь этого метода, не было бы и современных электричек, на которых мы ездим каждый день. Именно сварка взрывом помогла решить проблему соединения токоведущих элементов.

В годы Великой Отечественной войны математик построил классическую теорию кумуляции при взрыве, положенную в основу создания эффективных противотанковых стальных кумулятивных снарядов, полуторакилограммовых бомб-«малюток» и мин. «Малютки», прожигавшие броню немецких танков насквозь, склонили чашу весов в нашу пользу во время битвы на Орловско-Курской дуге. Теория кумуляции стала одним из величайших достижений военной науки, которое свело танковое оружие – главное и самое страшное оружие Второй мировой войны – в разряд второстепенных. После него изменилась даже тактика и стратегия ведения войны.

В мирное время подобные кумулятивные снаряды, только удлиненные, оказались весьма эффективными при ремонте магистральных нефтепроводов.

Ученый всю жизнь занимался «теорией взрыва», находя ей все новые и новые практические применения. Многие «взрывные» труды Лаврентьева стали основой мирной деятельности человека – направленный взрыв, та же сварка взрывом, гидроимпульсная техника. Благодаря Лаврентьеву взрыв вообще широко вошел в народное хозяйство – при автоматическом отключении тока, рыхлении мерзлого грунта, штамповке деталей и т. д. Направленный взрыв, предложенный ученым, многократно применялся для переброса грунта при строительстве ГЭС, противоселевых плотин и других искусственных заграждений.

Своими работами по приближенным и численным методам и математическому программированию ученый заложил основы машинной математики. Первые образцы отечественных малых ЭВМ (МЭСМ) были созданы также им – еще при решении атомной проблемы. «Лаврентьев… пришел к выводу, что необходимые кадры в данной области не живут в Москве. Их надо было поселить в столице, против чего резко возражала московская городская администрация. Тогда Лаврентьев обратился лично к Сталину. Сталин приказал увольнять с работы тех, кто отказывал Лаврентьеву» (М.А. Елфимов, А.И. Арустамян).

Сам же Лаврентьев любил решать «бросовые» проблемы – которые другие ведущие ученые отчаялись решить или вообще не брались за них. Так, например, и по сию пору математики изумляются тому, как изящно справился математик с целым рядом вопросов мирового класса. В качестве примера его коллеги любили приводить работу Лаврентьева «К теории длинных волн», а также его исследования динамической потери устойчивости стержня.

К середине 1950-х гг. Лаврентьев зарекомендовал себя выдающимся ученым и блестящим организатором науки. Он был

создателем и руководителем отдела теории функций Математического института им. Стеклова, главой советской школы теории функций, основоположником и директором Института точной механики и вычислительной техники им. С.А. Лебедева АН СССР, одним из основателей Московского физико-технического института.

Начавшееся в это время интенсивное освоение Сибири, разведка ее недр, развитие промышленности и сельского хозяйства потребовали научного осмысления множества возникших проблем. Поэтому когда М.А. Лаврентьев вместе с академиками С.Л. Соболевым и С.А. Христиановичем выдвинул идею создания нового научного центра под Новосибирском, она тут же нашла отклик в научной среде и была поддержана правительством. Прообразом такого образования послужили научный центр Геттингенского университета (Германия) и Кавендишская лаборатория (Великобритания).

18 мая 1957 г. Совмин принял постановление об организации СО АН СССР, Лаврентьев стал председателем отделения, вице-президентом АН СССР, директором созданного им Института гидродинамики.

В основание СО АН были положены три принципа – «треугольник Лаврентьева»: комплексное решение больших проблем современной науки, тесная оперативная связь с народным хозяйством и подготовка научных кадров.

Сибирское отделение стало первым в стране крупным комплексным центром, объединившим организационно и территориально разнопрофильные институты.

Помимо самого отделения, состоявшего из 17 академических институтов, был выстроен Академгородок для 50 000 жителей, в котором по тем временам были созданы самые благоприятные условия для жизни и работы. Помимо институтов были образованы Новосибирский государственный университет, Физико-математическая школа, стали проводиться всесибирские физико-математические олимпиады школьников.

Создание Академгородка позволило с блеском решить актуальнейшую проблему науки – омолаживание кадров. На стыке разных специальностей, разных научных школ было совершено множество открытий и решено много научных проблем. При этом благодаря заботам Лаврентьева математика буквально прошивала все научное поле отделения, неизбежно повышая общий уровень решенных задач.

Исключительно плодотворной была также идея комплексного подхода ученых разных институтов к решению определенной научной проблемы – это касалось и создания ускорителей, и

сверхзвукового пассажирского самолета, и дезинфекции от паразитов семенного фонда пшеницы…

Академгородок стал в мире образцом удачного решения организации науки. По его примеру были построены научные центры в ряде стран: в Японии (центр Цукуба близ Токио), во Франции (Научно-исследовательский сектор Гренобльского университета) и др.

Созданные Лаврентьевым школы в математике и механике до сих пор успешно развивают его идеи. «Из рук» академика под его любимую поговорку – «Нет ученых без учеников» – вышла целая плеяда всемирно известных ученых – М.В. Келдыш, Л.И. Седов, А.И. Ишлинский, А.И. Маркушевич, А.В. Бицадзе и др.

Ныне СО РАН состоит из Новосибирского и еще 8 научных центров (НЦ). Помимо уникальной Государственной публичной научно-технической библиотеки и Центрального Сибирского ботанического сада, СО РАН насчитывает 102 института. Половина из них сосредоточена в Новосибирском НЦ.

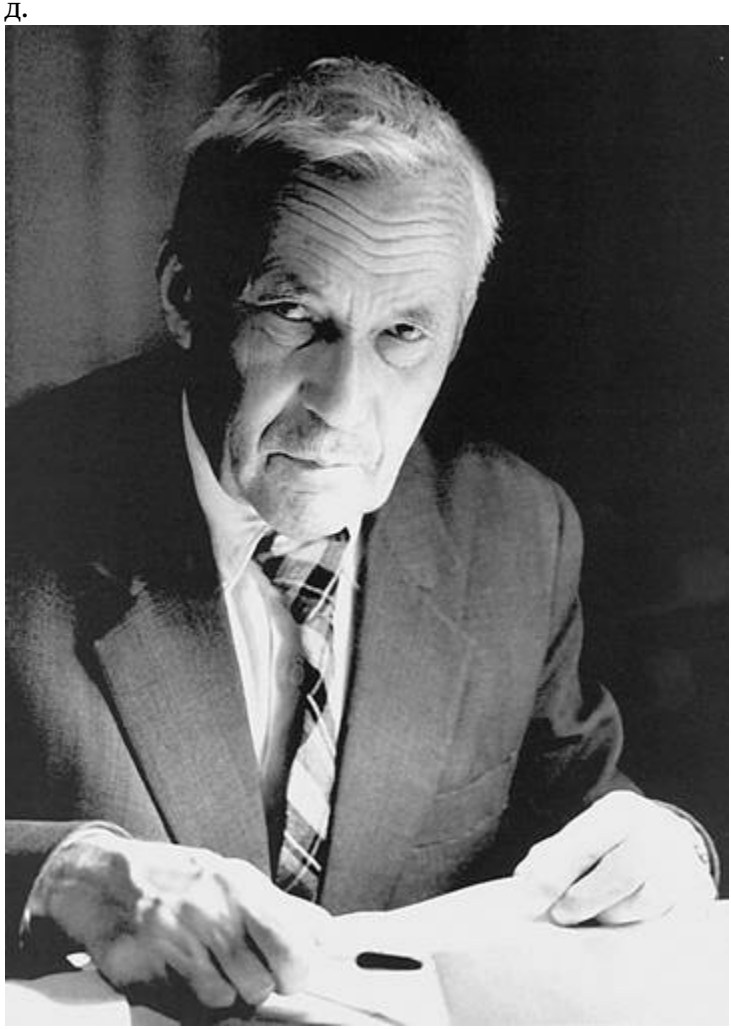
Гордостью отечественной науки стали сибирские научные школы академиков С.Л. Соболева, А.И. Мальцева, Л.В. Канторовича, А.Д. Александрова, А.Г. Аганбегяна, И.Н. Векуа, Л.В. Овсянникова, А.А. Ляпунова, П.Я. Кочиной, Г.И. Марчука, Б.В. Войцеховского, Р.И. Солоухина, А.А. Дерибаса и десятков других выдающихся ученых.

# ТЕОРИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ КОЛМОГОРОВА

*Математик, философ, педагог; основатель огромной научной школы; реформатор школьного математического образования; профессор МГУ; академик, академик-секретарь отделения физико-математических наук АН СССР, почетный член нескольких десятков европейских академий и научных сообществ; заведующий кафедрами математики, теории вероятностей, математической логики, математической статистики в МГУ и других вузах, ректор Института математики и механики при МГУ; основатель и руководитель лаборатории атмосферной турбулентности Института теоретической геофизики АН СССР, межфакультетской лаборатории вероятностных и статистических методов; президент Московского математического общества; главный редактор журналов «Успехи математических наук», «Теория вероятностей и ее применения», редакции математики и механики в Издательстве иностранной литературы и т. д.; лауреат Ленинской и Сталинской премий, лауреат Международных премий – Бальцано (аналога Нобелевской по математике), Лобачевского, Вольфа, Премии им. Чебышёва АН СССР; кавалер 7 орденов Ленина, ордена Трудового Красного Знамени, других отечественных и зарубежных орденов и медалей, почетный член нескольких десятков европейских академий и научных сообществ; Герой Социалистического Труда, Андрей Николаевич Колмогоров (1903–1987) является автором фундаментальных трудов по теории функций, математической логике, топологии, дифференциальным уравнениям, функциональному анализу, теории вероятностей и теории информации.*

Из двух десятков областей математики, где успешно работал Колмогоров, возьмем одну – теорию вероятностей. Ученый считал ее своей главной специальностью, хотя иногда и называл «теорией неприятностей». Эта «наука о случае» взрастила в нем великого математика и сама приобрела благодаря его научным трудам завершенный вид и стала по математическим понятиям истинной красавицей. Возникнув в Средневековье как попытка анализа азартных игр, теория вероятностей в XVII в. обрела в трудах Б. Паскаля, П. Ферма, Х. Гюйгенса тот вид, с которым в дальнейшем имели дело уже не предсказатели, а математики. За 100 лет теория вероятностей превратилась в чисто академическую дисциплину, на практике интересовавшуюся разве

что теми же азартными играми. Игра в кости, в свою очередь, стимулировала ее развитие. В XIX–XX вв. теория вероятностей, проникнув в астрономию, физику и биологию, начала использоваться в сельском хозяйстве, промышленности, медицине, а с изобретением телевидения и компьютеров стала неотъемлемой частью жизни как основа средств получения и передачи информации. В астрономии нашел применение один из методов этой теории – метод наименьших квадратов, в физике – статистическая механика, в сельском хозяйстве – теория планирования экспериментов и дисперсионный анализ; в промышленности – методы статистического контроля (контрольные карты Шухарта); в социальных науках – теория игр и т. д.



*А.Н. Колмогоров*

В 1933 г. Колмогоров опубликовал на немецком языке одну из главных своих работ – «Основные понятия теории

вероятностей» (на русском – в 1936 г.). По мнению профессора В.М. Тихомирова, это, «наверное, самое известное произведение Андрея Николаевича, оказавшее столь же огромное влияние на все дальнейшее развитие этой науки, как труды Я. Бернулли и Лапласа».

К тому времени ученого знал весь математический мир. Ведь в него Андрей вступил очень рано даже по меркам математики. Любимцем математики он оставался всю свою жизнь. Да и не только одной царицы наук – скажем, за классические работы по турбулентности математик выдвигался на Нобелевскую премию по физике. Среди ученых ходит афоризм И.М. Гельфанда: «Математика – это марафон». Колмогоров, по мнению коллег, был не только «марафонцем», но и «спринтером», в считаные дни с потрясающей скоростью даже в 80 лет решавший проблемы, с которыми другие ученые бились годами.

Первую работу, снискавшую мировую известность, о «ряде Фурье, расходящемся почти всюду», Колмогоров создал в 19 лет, а к 22 годам был уже автором полутора десятков печатных трудов по теории функции действительного переменного.

Еще на четвертом курсе МГУ математик занялся теорией вероятностей – разделом математики, изучающим закономерности случайных явлений: случайные события, случайные величины, их свойства и операции над ними. Начал Андрей с закона больших чисел, представляющего собою «общий принцип, в силу которого совокупное действие большого числа случайных факторов приводит, при некоторых весьма общих условиях, к результату, почти не зависящему от случая». Над законом в свое время бились лучшие математики мира – Г. Больцман, Р. Мизес, А. Ломницкий и др. Все их попытки получить наиболее общие условия применимости этого закона к последовательности случайных величин оказались тщетными. Пальму первенства они и их последователи отдали аспиранту МГУ Колмогорову, который очень удачно использовал хорошо развитые (в том числе и им самим) методы теории функций действительного переменного. Это случилось в 1926 г. В 1930 г. увидело свет еще одно центральное исследование математика – «Об аналитических методах теории вероятностей».

В книге «Основные понятия теории вероятностей» Андрей Николаевич сформулировал в законченном виде аксиоматику (схему логического обоснования) теории: концепцию вероятности, всевозможные ее интерпретации, сферы применимости и т. д. Прекрасное знание многих областей математики – теории множеств, теории интеграла, теории функций и др. – позволило ученому сформулировать простую

систему аксиом, давшую этой науке строгий вид нового раздела математики. Аксиоматику Колмогорова, применимую в самых разнообразных областях естественных, технических и гуманитарных наук, называют еще «моделью Колмогорова».

«Значение монографии А.Н. Колмогорова определяется не только предложенной в ней схемой (ставшей универсально принятой) логического обоснования математической теории вероятностей. Ее роль также и в том, что содержащиеся в ней новые концепции, понятия и результаты (такие как условное математическое ожидание, теорема о существовании случайного процесса с заданной системой конечномерных распределений, закон нуля или единицы и др.) открыли новую эру и в развитии самой теории вероятностей, и в расширении сферы ее влияния и областей применения» (Ю.В. Прохоров, А.Н. Ширяев).

В дальнейшем автор, используя свое открытие, заложил основы теории марковских случайных процессов с непрерывным временем, развил теорию стационарных случайных процессов.

Со студенческих лет Колмогоров старался направить свои научные разработки в практическое русло, чем оказал сильнейшее влияние на ряд прикладных разделов математики: историю этой науки и методы ее преподавания, а также на кибернетику, информатику, небесную механику, гидромеханику, метеорологию, кристаллографию, биологию, теорию стрельбы, теорию лингвистики и даже теорию стиха.

В годы Великой Отечественной войны, например, по заданию Главного артиллерийского управления армии ученый на базе своих исследований по теории вероятностей вычислял траектории рассеивания снарядов при стрельбе. После войны разработал статистические методы контроля массовой продукции, тут же востребованные всеми отраслями народного хозяйства СССР. Но тогда же он творил и «чистую» науку, разрешая фундаментальные проблемы математики – по малым знаменателям в задачах классической механики, внедрению понятия энтропии в различные области математики, представлению функций в виде суперпозиций. Отдал он дань и теории вероятностей – ее экстремальным задачам, равномерным предельным теоремам с точки зрения распределений в функциональных пространствах и др.

Особым вкладом Колмогорова в развитие советской математики стало создание им научной школы в области теории вероятностей и теории функций. Академик воспитал не один десяток замечательных математиков – А.И. Мальцева, М.Д. Миллионщикова, С.М. Никольского, Ю.В. Прохорова, А.М. Обухова, А.М. Яглома, В.М. Тихомирова, И.М. Гельфанда и др.

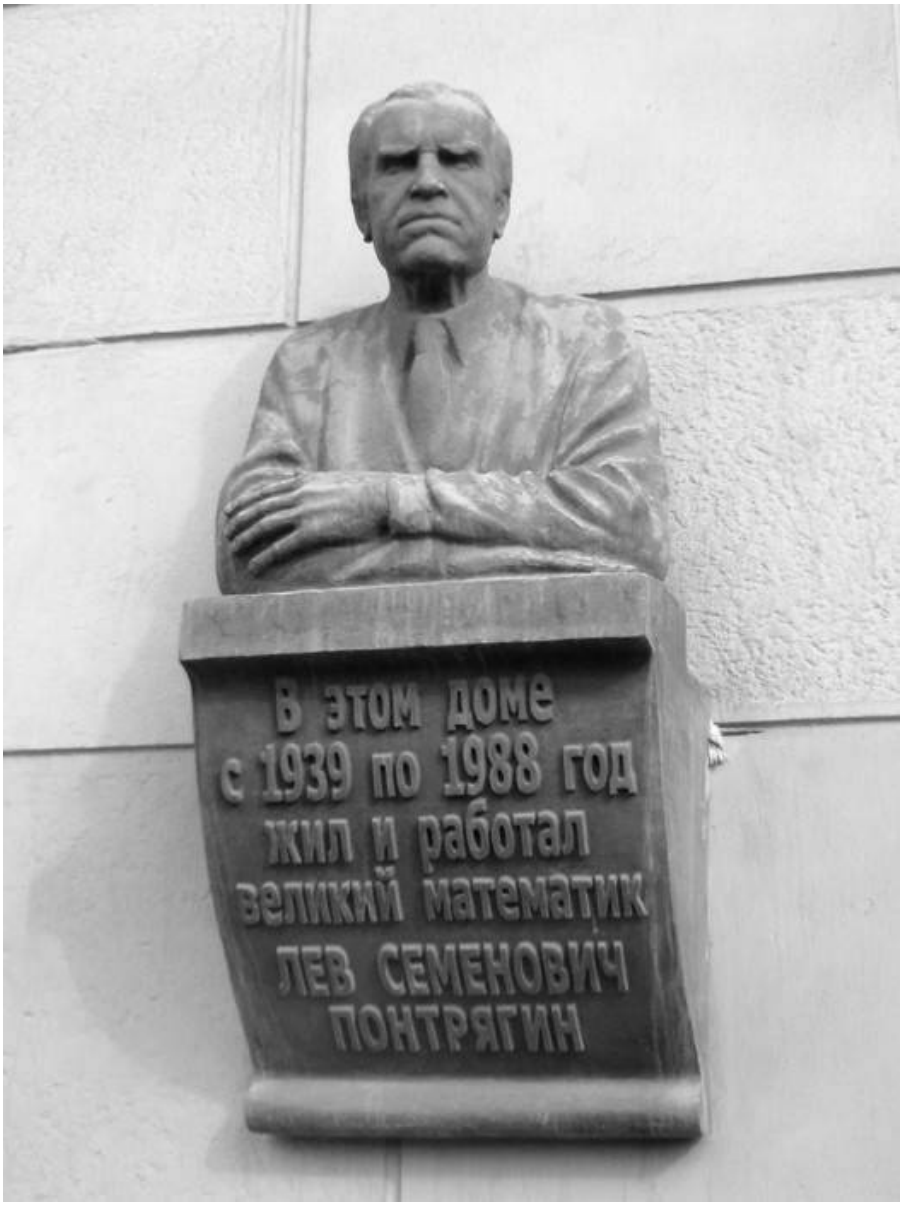
Андрей Николаевич прославился не только созданием своей математической школы, но и грандиозной реформой школьного математического образования в 1960-е гг. Проведенная по инициативе и под руководством Колмогорова, реформа сделала советское математическое образование населения лучшим в мире. Нынешние старшее и среднее поколения россиян обучались по учебникам, созданным под руководством и рецензированием Колмогорова (сам он написал учебник геометрии для 6–8-х классов, алгебры и начал анализа для 9–10-х классов), – лучшим учебным пособиям по математике в мировой практике и по сей день. В 1990-х гг. прекрасно зарекомендовавшая себя система школьного математического образования «по Колмогорову» стала «дереформироваться», а нынешние реформы «по Фурсенко», похоже, и вовсе сведут ее на нет. И хотя колмогоровские учебники в школе еще действуют, их одних для решения задачи инновационного развития России будет явно недостаточно.

Ученый мир уже давно поставил имя Колмогорова «рядом с именами Пуанкаре, Гильберта, Ломоносова, Менделеева». Выдающийся математик XX в. Н. Винер, отец кибернетики, признался как-то: «Вот уже в течение тридцати лет, когда я читаю труды академика Колмогорова, я чувствую, что это и мои мысли. Это всякий раз то, что я и сам хотел сказать».

# ТОПОЛОГИЯ ПОНТРЯГИНА

*Математик, педагог, общественный деятель, публицист, заведующий отделом Математического института им. В.А. Стеклова АН СССР, профессор МГУ, академик АН СССР, вице-президент Исполнительного комитета Международного математического союза, почетный доктор наук Салфордского университета (Великобритания), почетный член Лондонского математического общества, Международной академии «Астронавтика», Венгерской АН, лауреат Сталинской, Государственной и Ленинской премий, лауреат Международной премии им. Н.И. Лобачевского, кавалер четырех орденов Ленина, орденов Октябрьской Революции, Трудового Красного Знамени, «Знак Почета», Герой Социалистического Труда, Лев Семенович Понтрягин (1908–1988) прославился на весь мир своими трудами по теории дифференциальных игр и теории размерности, теории непрерывных групп и теории обыкновенных дифференциальных уравнений, теории колебаний и регулирования, теории оптимального управления техническими и производственными процессами. Главным научным достижением математика стали его работы по топологии и топологической алгебре.*

Начиная с Л. Эйлера, историю развития отечественной (а значит, и мировой) математики можно разбить на эпохи, привязанные к имени ученого, внесшего в нее самый значительный вклад. Это не означает, что у эпохи будет только одно имя. К примеру, конец XIX – начало XX в. можно назвать и эпохой Крылова, и эпохой Стеклова, и эпохой Чаплыгина… На этом основании второй трети прошлого века можно дать имя эпохи Понтрягина. В то время ученый активно занимался одним из новейших разделов математики – топологией и топологической алгеброй (совокупностью вопросов, пограничных между алгеброй и топологией), развитием которых стали «дальнейшее триумфальное развитие теории когомологических операций и появление таких достижений топологии, как спектральная теория гомологий расслоенных пространств, созданная французскими математиками, и теория систем М.М. Постникова». По словам академика П.С. Александрова, 33 года возглавлявшего Московское математическое общество, Понтрягин, создавший свое собственное направление в математике, был «самым крупным (в международном масштабе) представителем… топологической алгебры».




*Бюст Л.С. Понтрягина на стене дома на Ленинском проспекте в Москве, где он жил с 1938 по 1988 г. Скульптор В.М. Клыков*

По определению, топология – это «раздел математики, занимающийся изучением свойств фигур (или пространств), которые сохраняются при непрерывных деформациях, таких, например, как растяжение, сжатие или изгибание. Непрерывная деформация – это деформация фигуры, при которой не происходит разрывов (то есть нарушения целостности фигуры) или склеиваний (то есть отождествления ее точек)».

Соотнесение Понтрягина с Л. Эйлером не случайно. Они оба

были математиками от Бога, оба изучали топологию, оба были незрячие. Свыше 150 теоретических работ, насыщенных сложнейшими исследованиями, громоздкими формулами и выражениями, Понтрягин создал «в уме», не прибегая к бумаге.

Из-за несчастного случая (взорвался примус) Лев в 14 лет потерял зрение. И только благодаря своей матушке, Татьяне Андреевне, подросток не отчаялся и стал тем, кем стал. Много лет Татьяна Андреевна была личным секретарем сына – «читала ему вслух научную литературу, вставляла формулы в его научные рукописи, правила корректуру его работ и т. п. Для этого ей пришлось, в частности, научиться читать на иностранных языках».

Как Эйлер, Лев Семенович занимался не только теоретическими, но и прикладными исследованиями. Достаточно упомянуть, что его работы содействовали успешному конструированию ракет дальнего действия и развитию космонавтики, за что автор был избран в 1966 г. почетным членом Международной академии астронавтики. Открытый математиком т. н. «принцип максимума» стал универсальным математическим средством поиска оптимальных режимов всевозможных процессов: расходования топлива при запуске ракеты, экономичной работы ядерного реактора, наилучшей схемы электропривода и т. д. А в самой математике этот «принцип» лег в основу новой ее области – теории оптимального управления. Монографии «Теория оптимальных процессов. I. Принцип максимума» (1961) была присуждена Ленинская премия. Многие работы математика легли в основание вариационного исчисления.

Топологическими проблемами Понтрягин увлекся на семинаре П.С. Александрова. В топологии ученый открыл общий закон двойственности и построил теорию характеров непрерывных групп. В 1938 г. вышла монография ученого «Теория топологических коммутативных групп» («Непрерывные группы»). Книгу тут же перевели на английский и другие языки и затем неоднократно издали за рубежом. В 1941 г. за эту работу автору была присуждена Сталинская премия. Коммутативные группы назвали «группами Понтрягина».

Эта теория стала «первым выдающимся достижением в новом математическом направлении – топологической алгебре и одним из фундаментальных продвижений всей математики XX столетия». За 15 лет, с 1935 по 1950 г., Понтрягин создал методы, вызвавшие бурный расцвет алгебраической топологии, не потерявшие своего значения и сегодня. Математиком был предложен метод оснащенных многообразий, открыты классифицирующие пространства, создана теория

когомологических операций.

Открытые математиком т. н. «характеристические классы Понтрягина» являются ныне одним из важнейших инструментов алгебраической топологии. Активно развивали работы своего учителя ученики академика – М.М. Постников, В.Г. Гамкрелидзе, Е.Ф. Мищенко и др.

Достижения Понтрягина в топологии сегодня востребованы повсюду – во многих разделах математики, в математической физике, химии, в интегральных микросхемах, локальных сетях соединений компьютеров и т. д.

В прошлом веке имя Понтрягина знал весь математический мир – не только за блестящие работы. Ученый неоднократно выступал с докладами на международных конференциях в Болгарии, Великобритании, Италии, Канаде, США, Финляндии, Франции, ФРГ, Швейцарии, Швеции. В ряде зарубежных стран Лев Семенович читал лекции, пользовавшиеся неизменным успехом.

Понтрягин был боец.

Для него ничего не значил «авторитет», если за ним не стояло личности. Уже на склоне лет Лев Семенович нашел в себе силы бороться против пресловутого проекта «поворота рек», дошел до ЦК КПСС, и во многом отказ от этой безумной затеи был осуществлен благодаря нему.

В 1970-х гг. Понтрягин принял деятельное участие в обсуждении проблемы преподавания математики в средней школе. Он резко протестовал против заимствованного на Западе нового стиля преподавания математики, против вновь созданных, в корне отличающихся от прежних учебников. (Ситуация удивительно напоминает сегодняшние времена!) И здесь ученый тоже победил! Благодаря Понтрягину Россия в последней четверти XX в. получила много достойных математиков, воспитанных не только в математической школе самого Понтрягина, но и в средних школах страны.

Научную деятельность Лев Семенович совмещал с активной преподавательской деятельностью. Ученый курировал издание математической литературы, занимался вопросами школьного образования, создал замечательный учебник по дифференциальным уравнениям, многократно издававшийся в СССР и за рубежом, удостоенный Государственной премии, написал для школьников несколько книг из серии «Знакомство с высшей математикой» – «Анализ бесконечно малых» и «Алгебра».

В конце этого небольшого очерка хотелось бы еще раз сказать о главном несчастье Понтрягина – его слепоте. Вот каким увидел ученого хорошо знавший его В.В. Кожинов: «Позволю себе высказать мнение (хотя его, возможно, будут оспаривать), что

утрата зрения не только не мешала достижениям Льва Семеновича, но, напротив, как-то способствовала им, ибо вообще люди высшего уровня – чему есть немало примеров – способны превращать свои утраты и невзгоды в обретения и торжества. Правда, для этого потребны, конечно, поистине исключительные духовые силы…

Вообще можно с полным правом сказать, что Лев Семенович Понтрягин был едва ли не самым *зрячим* из своих коллег».

# МАТЕМАТИЧЕСКИЙ КОСМОС КЕЛДЫША

*Математик, механик, государственный деятель, организатор науки, профессор МГУ, директор Института прикладной математики АН СССР; академик и президент АН СССР, член 17 иностранных академий и научных обществ, почетный доктор 6 зарубежных университетов, председатель Комитета по Ленинским и Государственным премиям при Совете Министров СССР, депутат Верховного Совета СССР трех созывов; лауреат премии им. Гуггенгейма Международной академии астронавтики, Ленинской и двух Сталинских премий, кавалер 7 орденов Ленина, трех орденов Трудового Красного Знамени, Золотой медали им. К.Э. Циолковского АН СССР, Большой золотой медали им. М.В. Ломоносова АН СССР, высших орденов и медалей других стран, трижды Герой Социалистического Труда, Мстислав Всеволодович Келдыш (1911–1978) является автором многих открытий, послуживших основой для современной аэродинамики, вычислительной математики, ядерной и вычислительной техники. Главным научным достижением ученого стали его труды по развертыванию и проведению космических исследований, а также работы по ракетно-космической технике.*

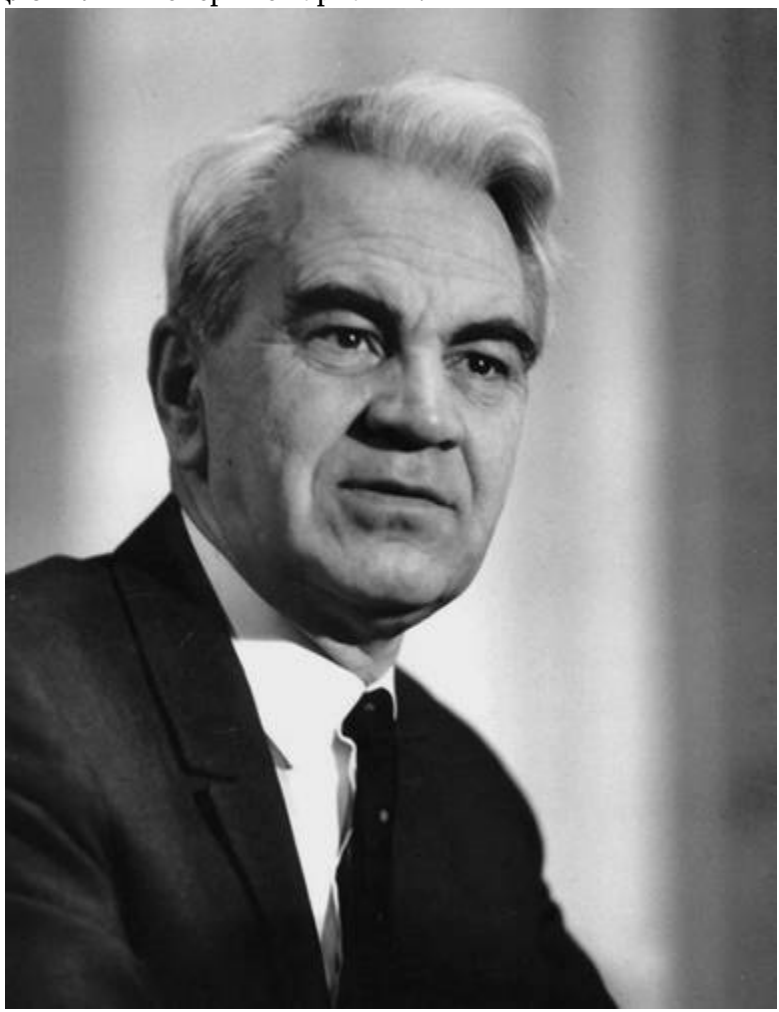
Математики – особый народ. Их труды вершатся в заоблачных высях теорий, которые часто оказываются основаниями сугубо практических дел – ракетно-ядерного оружия, например. Или крылатых и космических ракет и кораблей – именно им обязан Келдыш своим взлетом как математика, а они, в свою очередь, обязаны ему своим полетом.

Мстислав Всеволодович Келдыш – уникум, в 25 лет решивший ряд задач по предотвращению разрушения самолетов, которые не могли разрешить самые маститые ученые Европы и Америки, в 27 лет ставший доктором наук и в 35 лет – академиком АН СССР.

У Келдыша множество классических работ. Не будем утомлять их перечислением, скажем лишь, что труды ученого, посвященные теории функций действительного и комплексного переменного, уравнениям с частными производными, функциональному анализу и т. д. были востребованы сразу тремя направлениями науки и техники. На протяжении 40 лет авиационные конструкторы, физики-ядерщики и конструкторы космических объектов никак не могли поделить математика между собою. Может, поэтому он в каждом из них оставил свой

след.

В авиации ученый победил флаттер (внезапную тряску самолета, за 1–2 секунды разрушающую корпус или отдельные его части) и шимми (колебания в системе «колесо-стойка» – «танец переднего колеса»). Эти проблемы, связанные с увеличением скорости полета, были камнем преткновения для ученых, занятых самолетостроением, пока Келдыш не решил их теоретически и не предложил инженерные варианты.



*М.В. Келдыш*

Ракетной техникой Келдыш занялся во второй половине 1940-х гг., когда работал в Центральном аэрогидродинамическом институте (ЦАГИ) и одновременно возглавлял в курчатовской Лаборатории № 2 (ЛИПАН) математическое расчетное бюро. Параллельно ученый занимался еще разработкой методов работы на быстродействующих вычислительных машинах, а также руководил организацией вычислительного центра ПГУ.

Мстиславу Всеволодовичу отводилась решающая роль в работах ядерщиков. По словам академика Н.Н. Семенова, «именно Келдыш должен был обеспечить наиболее ответственное из заданий Лаборатории № 2, связанное с решением ряда задач, необходимых для конструирования основного объекта (атомной бомбы. – *В.Л.* )». В середине 1950-х гг. Мстислав Всеволодович был председателем комиссии по приемке законченных проектов ракетного оружия. Спустя много лет, когда с ядерных работ была снята завеса секретности, в печати стали открыто писать, что «именно академику Келдышу принадлежит решающая роль в расчетах как атомной, так и водородной бомбы».

Что же касается трудов математика, связанных с расчетами полетов искусственных спутников Земли (ИСЗ), автоматических межпланетных станций и космических кораблей, практически все они были воплощены в конкретные дела и стали событиями мирового уровня.

Вывод первого в мире ИСЗ на околоземную орбиту 4 октября 1957 г.

Полет в сторону Луны первой ракеты «Луна-1» (1959).

Облет и фотографирование обратной стороны Луны ракетой «Луна-3» (1959).

Полет корабля «Восток», пилотировавшийся первым в мире летчиком-космонавтом Ю.А. Гагариным 12 апреля 1961 г.

Первый выход в открытый космос космонавта А.А. Леонова (1965).

1950–1960-е гг. называют ныне годами освоения космического пространства. Они достойно продолжили эпоху создания ядерного щита страны и совпали с временем мирного использования атомной энергии – «это был золотой век отечественной науки» (президент РАН Ю.С. Осипов).

Освоение космоса привело, в частности, к появлению целого ряда наук и технических устройств – космической физики, например, спутников-ретрансляторов и спутников связи, существенно улучшивших радио– и телевизионные передачи на всем земном шаре.

Каждый новый полет в космос был на слуху, о нем знал весь мир, хотя до поры до времени никто не ведал, что главными виновниками торжества советской космонавтики были два человека – главный конструктор С.П. Королев и «Теоретик космонавтики» – М.В. Келдыш.

Многие ученые той поры были своего рода айсбергами науки. Помимо открыто признаваемых заслуг у них были не меньшие – скрытые от общества. Так и Келдыш, являясь научным руководителем опытно-конструкторских работ, внес неоценимый

вклад в расчет и конструирование беспилотных баллистических и крылатых ракет, в том числе межконтинентальных. Принципиально новые для того времени задачи баллистики, астронавигации и длительной теплозащиты сверхзвуковых крылатых аппаратов были решены им. Участвуя совместно с С.П. Королевым в создании межконтинентальной составной баллистической ракеты, Келдыш определил ее оптимальные схемы, характеристики и оптимальную программу управления.

По данным академика Т.М. Энеева, в кратчайшие сроки коллектив, руководимый Келдышем, получил главные результаты для успешного развития ракетно-космической техники.

«В 1953 г. был впервые предложен баллистический спуск космического аппарата с его орбиты на Землю…

В 1954 г. был предложен первый конкретный вариант системы гравитационной (пассивной) стабилизации и ориентации ИСЗ и построена теория такой стабилизации.

На базе ранее проведенных работ… была разработана методика расчета оптимальной программы выведения ИСЗ на его орбиту.

Была исследована динамика движения ИСЗ в поле тяготения Земли и разработана методика определения времени его пребывания на… орбите.

Наконец, были проведены первые в тот период работы по проблеме достижения Луны и окололунного пространства…

После запуска первого ИСЗ… в механике космического полета практически не было более или менее серьезных вопросов, которые в той или иной мере не были затронуты М.В. Келдышем и его сотрудниками».

Перечислим некоторые из них:

– обеспечение слежения за полетами ИСЗ и других космических аппаратов;

– определение орбиты ИСЗ;

– создание баллистического вычислительного центра, разработавшего многомашинные высокопроизводительные информационно-вычислительные комплексы;

– комплексное баллистическое проектирование полетов космических аппаратов к Луне, Марсу и Венере;

– баллистико-навигационное обеспечение полетов космических аппаратов, предназначенных для исследования межпланетного космического пространства, Луны, планет и малых тел солнечной системы;

– развитие вычислительных методов и программных комплексов для определения программы полета…

«К сожалению, в нынешних школьных учебниках я не нашел даже

упоминания о М.В. Келдыше… Впрочем, гении не нуждаются в почитании, память о них нужна нам, живущим, и тем, кто придет нам на смену. Когда рвется ниточка памяти, протянутая из прошлого в будущее, нация деградирует и погибает. Помним ли мы об этом?!» (В.С. Губарев).

# МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА ФАДДЕЕВА

*Математик, профессор СПбГУ, академик-секретарь Отделения математических наук РАН, иностранный член девяти европейских и американских академий, почетный профессор ряда зарубежных университетов, член редколлегий многих научных журналов, организатор и директор Международного математического института им. Л. Эйлера РАН, глава Национального комитета математиков России, лауреат четырех Государственных премий СССР, РСФСР, РФ и еще десятка самых престижных международных наград в области математики, почетный гражданин Санкт-Петербурга, Людвиг Дмитриевич Фаддеев (род. 1934) является основоположником собственной научной школы и одним из создателей современной математической физики, которой он посвятил более 200 своих научных трудов и 5 монографий.*

Ленинградская (Санкт-Петербургская) научная школа математиков уже в 1980-х гг. была знаменита во всем мире. Увы, два поколения фаддеевских учеников ныне успешно трудятся на Западе, перебирается туда и третье. Наша страна растеряла их с необычайной легкостью, как неродных. Людвиг Дмитриевич верен России, и, несмотря на заманчивые предложения – возглавить кафедру в Принстоне, Институт им. Эйнштейна в Нью-Йорке и т. п., никуда из нее уезжать не собирается.

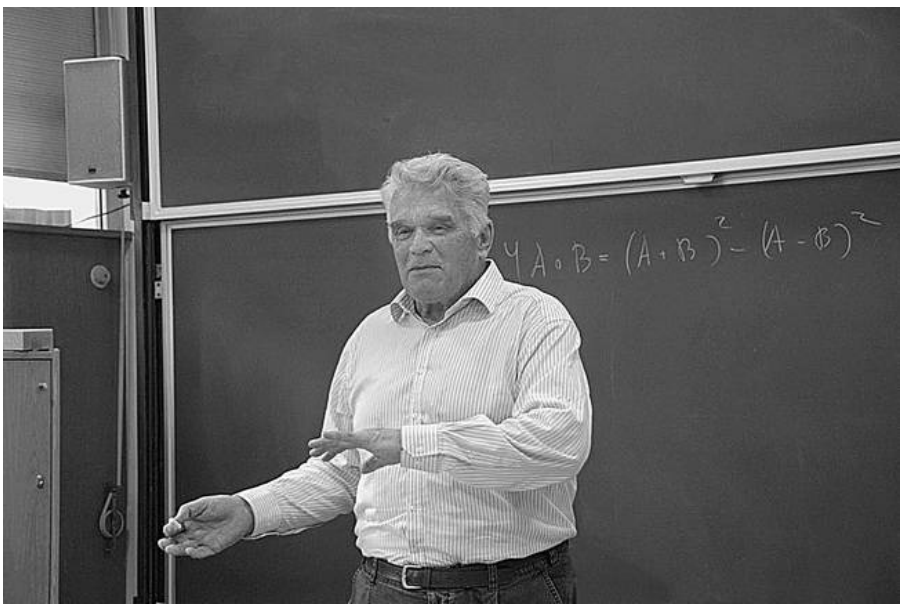
«Я родился в России, – говорит академик Фаддеев. – Хочу жить и работать в моей стране. Я люблю людей, которые живут здесь. Особенно простых людей. Среди тех, кто называет себя интеллигенцией, много предателей» (С. Лесков).

В прессе чаще всего упоминают «бессмертие» Фаддеева – его членство в Национальной АН Франции (2002), куда попадают избранные из избранных, и «Азиатскую нобелевскую премию» Шао Ифу, полученную математиком вместе с коллегой В.И. Арнольдом в 2008 г. – за «обширный и важный вклад в математическую физику».

И хотя эти два события – всего лишь малая часть званий и наград ученого, они хорошо иллюстрируют вклад Фаддеева в развитие науки. Именно математической физике посвящены важнейшие работы математика, вошедшие в современные учебники и на которые ссылаются все ученые мира. Так, например, в монографиях по ядерной физике обязательно есть глава, посвященная интегральным уравнениям Фаддеева, а в теории взаимодействий элементарных частиц – метод континуального интегрирования, получивший название «духов

Фаддеева – Попова». (Об этом далее.)

Все коллеги Фаддеева отмечают его удивительную математическую интуицию, которую и сам Людвиг Дмитриевич ставит на одно из первых мест обязательных свойств математика. Она-то и помогла ученому еще в молодости выбрать главное направление своих исследований – квантовую теорию поля и решить проблемы, вставшие на его пути. Но ученый никогда не замыкался только на этой теории, и своих учеников он наставлял не «раскапывать жилы», а постоянно менять тему изысканий. Главным же критерием в математической физике Фаддеев считал всегда «красоту математической структуры».




*Л.Д. Фаддеев*

Чтобы полнее представить облик ученого, не только исследователя, но и организатора, упомянем о созданном и возглавляемом Фаддеевым в Северной столице Международном математическом институте им. Л. Эйлера. После многих обещаний городские власти выделили в конце 1980-х гг. Фаддееву полуразрушенный особняк в историческом центре на Петроградской стороне, который восстановили к 1992 г. После торжественного открытия института начался страшный прессинг на директора, с личными угрозами – особняк пришелся по вкусу различным структурам, в том числе и криминальным. Но Фаддеев институт отстоял, несмотря на то что власти «умыли руки». Отстоял – потому что ему все по плечу. Недаром о нем говорят, что Фаддеев – первый силач среди математиков и первый математик среди силачей.

Остановимся на ряде исследований ученого, проведенных им в третьей четверти XX в. Многие из них стали позднее исследовательской базой его математической школы.

1959 г. – кандидатская диссертация на тему «Свойства S-матрицы для рассеяния на локальном потенциале» создала Фаддееву имя в науке.

1963 г. – докторская (физико-математических наук) диссертация по результатам исследований в области квантовой теории рассеяния для системы трех частиц вывела математика на мировой уровень. Основой подхода стали интегральные уравнения, которые теперь называются уравнениями Фаддеева. Эта работа привела к созданию нового раздела теоретической физики.

1966 г. – решение трехмерной обратной задачи квантовой теории рассеяния в многомерном случае легло в основу создания одного из типов томографов в США.

1967 г. – построение квантования полей с бесконечномерными группами инвариантности (поля Янга – Миллса, поле тяготения Эйнштейна) при помощи континуального интегрирования привело к открытию новых микрочастиц – кварков и лептонов. Совместно со своим учеником В.Н. Поповым Фаддеев «обнаружил» неизвестные дотоле в теории поля объекты, названные «духами Фаддеева – Попова». Теперь этих «духов» можно встретить во всех современных учебниках теоретической физики. Математики под ними понимают феномен, когда «реально осязаемые частицы могут быть порождены мыслью ученого». Свои идеи Фаддеев изложил в двухстраничной работе «Правила Фейнмана для квантования калибровочных теорий» и опубликовал в европейском журнале «Physics Letters».

Теория поначалу не привлекла особого внимания ученых, поскольку даже самые маститые ничего в ней не поняли. Л.Д. Ландау, например, отозвался о ней, что она мертва. Фаддееву в утверждении квантовой теории поля пришлось преодолеть немалый скептицизм коллег, пока эта работа, став основой теории стандартного взаимодействия элементарных частиц, не заняла в математике XX в. одно из главных мест. Теорию признала даже школа Ландау. Математические проблемы теории Янга – Миллса в дальнейшем легли в основу теории суперструн. И только из-за презрения (иначе не скажешь) Нобелевского комитета к российской науке и к российским ученым в 1999 г. Фаддееву не была вручена Нобелевская премия по физике за уравнения Янга – Миллса, которую, тем не менее, вручили двум американцам, развившим идеи Фаддеева. Еще до этого теорию выдвинули на Государственную премию СССР, но

один из членов комиссии задал вопрос: а кто видел эти поля? Оказалось, никто. Не увидели премии и авторы.

1975 г. – Фаддеевым сформулировано квантование частицеподобных решений (солитонов) уравнений теории поля. «Солитоны – это волновые возбуждения в нелинейной среде, которые ведут себя подобно частицам: при взаимодействии друг с другом или другими возмущениями они не разрушаются, а расходятся, сохраняя свою структуру неизменной». Построенная Фаддеевым и его учениками квантовая теория солитонов открыла новый подход к квантовой теории поля и привела к возникновению новых математических структур – квантовых групп.

Математику трудно притянуть «за уши» к практике. Но все же кое-какие не чисто математические проблемы может решить только она одна. Во всяком случае, говоря о работах Фаддеева, непременно упоминают о том, что его «теория турбулентности» важна для проектирования подводных лодок и торпед; «задача многих тел» – первостепенна при решении проблемы одновременного движения в пространстве нескольких тел по разным траекториям; «теория удержания тел в магнитных полях» позволяет проектировать новые источники энергии типа «токамаков» и т. д.

Все упомянутые методы Фаддеева применяются ныне в разных областях математики, в квантовой механике, в теории конденсированного состояния и теории элементарных частиц. Самого ученого «физики считают… одним из крупнейших физиков-теоретиков мирового уровня, а математики – математиком мировой величины».

В настоящее время Фаддеев, относясь с крайним скептицизмом к реформе высшего образования и реформе РАН, занимается математическим решением одной из семи главных задач тысячелетия – объяснением появления массы у полей Янга – Миллса.

Не меньшее недоумение вызывает у него и проект «Сколково». «Если к нам приезжает Шварценеггер, чтобы рассказать, как будет работать наша «Силиконовая долина», то что уж получится?.. К своему счастью, я с проектом не связан. Мне никто не предлагал. Они же понимают, что я буду смеяться, как только они придут» (Е. Данилевич).

# Астрономия, космология

# КОМЕТЫ И МЕТЕОРЫ БРЕДИХИНА

*Астроном, астрофизик, популяризатор науки, общественный деятель; профессор, декан физико-математического факультета Московского университета; академик Петербургской АН, член ряда отечественных и европейских академий и научных обществ, почетный доктор многих университетов России и Европы; организатор и глава первой русской астрофизической школы; президент Московского общества испытателей природы, член-учредитель Московского математического общества, первый президент Русского астрономического общества; директор Московской астрономической университетской обсерватории и Николаевской Главной астрономической обсерватории в Пулкове, Федор Александрович Бредихин (1831–1904) является автором более 150 научных трудов, создателем теории кометных форм и теории происхождения метеорных потоков из комет.*

Прежде чем говорить о научном вкладе Ф.А. Бредихина, несколько слов о предмете астрономии. Воспользуемся энциклопедией.

Астрономия – наука о движении, строении и развитии небесных тел и их систем, от черных дыр до Солнца, от межзвездного вещества до Вселенной. Этой наукой занимались тысячи лет назад, о чем свидетельствуют египетские пирамиды, Стоунхендж, древнейшие манускрипты. Именно астрономия позволяла жрецам, земледельцам и мореплавателям предсказывать затмения Солнца, заниматься сельхозработами, не теряться в морях. А еще – вдохновлять философов и поэтов.

До 1609 г. ночным небосводом не только любовались, но и наблюдали его, а с изобретением телескопа стали устремлять свой взор и вовсе в неоглядные космические дали.

Из четырех основных задач астрономии (поиск закономерностей и причин видимых движений небесных тел; создание моделей строения небесных тел; выявление происхождения и развития небесных тел; построение теорий Метагалактики) во второй половине XIX в. решались главным образом две первые задачи, и то – в самом первом приближении. Позднее, в XX в., астрономия разделилась на две взаимосвязанные ветви – наблюдательную и теоретическую. Наблюдательная наблюдает небесные тела, теоретическая объясняет результаты наблюдений, после чего наблюдательная наблюдает еще «глубже», дабы подтвердить выводы и гипотезы теоретической. И т. д. Ну а до этого астрофизика успешно совмещала в себе обе ипостаси, в первую очередь в самом ярком

представителе этой науки – Ф.А. Бредихине.

*Ф.А. Бредихин. Неизвестный художник*

Исследования ученого, охватывавшие все основные разделы современной ему астрономии (наблюдения на меридианном круге, определение положений малых планет, изучение поверхности Солнца и планет, спектров комет и туманностей, составление рисунков диска Юпитера и «красного» пятна на нем и пр.), имели для самого ученого два центра притяжения: кометы и метеорные потоки. Именно в изучении этих небесных тел Федор Александрович добился самых выдающихся результатов, которые стали базой всех дальнейших изысканий в мире.

Кометами, издавна привлекавшими и пугавшими людей, называют небольшие небесные тела, имеющие туманный вид. Эти тела разной яркости обращаются вокруг Солнца, как правило, по вытянутым орбитам. К Солнцу комета подлетает в виде шарообразного облака из пыли и газа поперечником до 80 000 км

вокруг ледяного ядра диаметром в несколько километров. Часто у комет появляется шлейф – хвост протяженностью до 1,5 млн км и более.

Первым изучать механическую природу комет начал Ф.В. Бессель в начале XIX в. Бредихин, поставив перед собой задачу – разъяснить процесс образования кометных хвостов, установить причины, обусловливающие разнообразие их форм, продолжил исследования немецкого коллеги и занялся познанием особенностей физического строения этих небесных тел и их химической природы, что привело его к созданию механической теории кометных форм, теории хвостов и к классификации хвостов, используемой в астрономии и поныне. Решение этой задачи стало возможным в связи с появлением спектрального анализа и фотографии, которые Бредихин буквально насадил во все российские обсерватории.

Начиная с первой печатной работы «Несколько слов о хвостах комет» (1861), магистерской – «О хвостах комет» (1862) и докторской диссертации – «О возмущениях комет, не зависящих от планетных притяжений» (1864) ученый базировался на предположении И. Кеплера, что главной силой, действующей при образовании кометных хвостов, является отталкивательная сила Солнца. Разное поведение комет с разными хвостами Бредихин объяснил различным химическим и физическим составом частиц, из которых состоят кометы, и наличием двух противоположно направленных сил – силы тяготения к Солнцу и светового давления от Солнца. Для определения величины отталкивательной силы электрического происхождения и скорости излияния материи из ядра ученый вывел соответствующие формулы гиперболического движения, которые помогли ему установить зависимость между этой силой и скоростью, а также характеристики хвостов комет. Эти соотношения объясняли также необъяснимые никакими другими соображениями волнистые очертания хвоста, поперечные полосы в хвосте и движение в хвосте облачных масс.

Согласно Бредихину, хвосты комет подразделяются на три типа: I тип – прямые и узкие, направленные прямо от Солнца, с самой большой отталкивательной силой; II тип – широкие и немного искривленные в виде рога, уклоняющиеся от Солнца, с отталкивательной силой средней величины; III тип – короткие, слабые, сильно уклоненные от центрального светила, с чрезвычайно низкой отталкивательной силой.

Полагая, что все хвосты газовые, астроном высказал догадку, что отталкивательные силы обратно пропорциональны молекулярному весу, то есть хвосты разных типов отличаются

друг от друга по химическому составу. Позднее ученый своими спектральными наблюдениями определил некоторые химические элементы хвостов, а окончательно состав был установлен уже в XX в. Тогда же было найдено, что чаще всего встречаются хвосты I типа, а хвосты III типа – крайне редки.

Таких же впечатляющих результатов Бредихин достиг и в развитии теории образования метеорных потоков в результате распада ядра кометы. Высказав гипотезу об образовании некоторых комет путем отделения частей от кометы-родоначальницы, движущейся по параболической орбите (1889), Бредихин истолковал существование семейств комет – групп комет с идентичными орбитами. Ученый обратил внимание на небольшие аномальные хвосты, направленные не от Солнца, а к Солнцу. Получалось, что на частицы в этих хвостах отталкивательные силы не действовали – что было возможно только для крупных частиц, а не пыли или газа. На этом посыле астроном обосновал свою знаменитую теорию происхождения падающих звезд (метеоров) – одну из самых изящных теорий астрономии.

В зависимости от начальной скорости частиц, излетевших из ядра, одни из них покидают Солнечную систему по гиперболическим орбитам, а другие остаются пленниками системы и, вращаясь по эллиптическим орбитам, рано или поздно проливаются на Землю звездным дождем.

Как выяснилось со временем (и выясняется до сих пор) вся научная и организаторская деятельность Бредихина обладала удивительным эффектом дальнодействия.

Созданная Бредихиным школа астрофизиков – В.К. Цераский, А.А. Белопольский, С.К. Костинский, П.К. Штернберг и др. – содействовала быстрому развитию основных направлений астрофизики в нашей стране, причем стараниями не только учеников Федора Александровича, но и учениками его учеников, одной из любимых тем исследований которых остаются кометы.

Технически оснащенная Бредихиным по последнему слову науки и техники и реорганизованная по кадровому составу Пулковская обсерватория дала миру немало выдающихся научных открытий. Этой реорганизации многие русские астрономы обязаны своим профессиональным ростом, а отечественная наука поистине астрономическими достижениями.

Собственные разработки и идеи Бредихина неувядаемы и по сей день. Революционный подход астронома к решению самых трудных проблем вдохновляет его потомков на такие же славные дела.

# РАСШИРЯЮЩАЯСЯ ВСЕЛЕННАЯ ФРИДМ

*Математик, механик, физик, геофизик, астроном, космолог, инженер, метеоролог, популяризатор теории относительности; профессор Пермского и Петроградского университетов; сотрудник Аэрологической обсерватории в Павловске под Петербургом; участник Первой мировой войны, летчик-наблюдатель, один из организаторов аэронавигационной и аэрологической службы на Северном и других фронтах; создатель и первый директор завода «Авиаприбор» в Москве; директор Главной геофизической обсерватории; главный редактор «Журнала геофизики и метеорологии»; лауреат Премии им. В.И. Ленина (посмертно), Александр Александрович Фридман (1888–1925) знаменит в мире как создатель теории нестационарной Вселенной, ставшей основным теоретическим развитием общей теории относительности А. Эйнштейна.*

Один из важных разделов современной астрономии – космология – изучает свойства и эволюцию Вселенной в целом. Занимаются этой наукой математики, физики, астрономы, философы, богословы, а ее возникновение связано с жаждой человечества иметь полное описание Вселенной, в которой оно обитает. По словам знаменитого астронома Э. Хаббла, «стремление к знаниям древнее истории. Оно не удовлетворено, его нельзя остановить». Из русских ученых наибольший вклад в развитие космологии внес А.А. Фридман. Собственно, с него и начался современный этап развития этой науки. Более того, научное сообщество считает открытие Фридманом расширяющейся Вселенной одним из великих интеллектуальных переворотов XX в.

Несколько слов об авторе этой теории.

Несмотря на то что Фридман прожил всего 37 лет (он скончался от брюшного тифа в 1925 г.), Александр Александрович успел раскрыть в полную силу свой талант в нескольких науках. Собраны еще не все публикации математика, разбросанные в редких изданиях и малодоступных журналах, тем не менее главные сочинения Фридмана можно сгруппировать по трем областям знания.

Во-первых, это фундаментальные труды ученого по физике атмосферы и по динамической метеорологии (геофизической гидродинамике). Разработав теорию атмосферных вихрей и порывистости ветра, теорию разрывов непрерывности в атмосфере, теорию атмосферной турбулентности, исследовав вертикальные течения и изменения температуры с высотой,

выведя общее уравнение для определения вихря скорости, Фридман заложил основы теории изучения погоды и ее прогнозирования. Многие теоретические выводы математика нашли практическое применение в аэронавигации.

В другом важном направлении научной деятельности – гидромеханике и гидродинамике ученый исследовал кинематические свойства движения и вихри в сжимаемой жидкости, определил условия возможных движений этой жидкости при воздействии на нее определенных сил, построил основы статистической теории турбулентности и стал одним из создателей новой теории, изложенной в работе «Опыт гидромеханики сжимаемой жидкости» (1922).

Практическая метеорология и гидротехника из абстрактных уравнений в частных производных Фридмана по сию пору черпает нужные ей сведения.

*А.А. Фридман*

И наконец, релятивистская космология. Устойчивый интерес к астрономии, проявленный Александром еще в школе, привел Фридмана к созданию космологической теории. Совмещая в начале 1920-х гг. работу в Главной физической обсерватории с преподаванием в ряде петроградских вузов, математик увлекся общей теорией относительности (ОТО), обнародованной А. Эйнштейном в 1915–1916 гг., – одной из многочисленных теорий гравитации.

Эйнштейн, базируясь на работах своих предшественников, начиная с неэвклидовой геометрии Н.И. Лобачевского, рассмотрел гравитацию как проявление искривления пространства-времени, то есть как некий геометрический эффект, и отождествил гравитационное поле (поле тяготения) с тензорным метрическим полем или метрикой четырехмерного пространства-времени. Свои уравнения физик распространил и на описание Вселенной.

Несмотря на ряд революционных идей, Эйнштейн был верен традиционному представлению о стационарности Вселенной. Для этого ученый специально внес в уравнения т. н. космологическую постоянную – «антигравитационную» силу, которой он наделил структуру пространства-времени. По мысли Эйнштейна, такой подход примирял непрерывное расширение пространства-времени (уравновешиваемое притяжением всей остальной материи) с вечностью и неизменностью Вселенной в пространстве и во времени. Однако получить стационарное решение уравнений ОТО Эйнштейну не удалось.

Фридман, став одним из первых апологетов и популяризаторов ОТО в нашей стране, тем не менее критически отнесся к идее стационарности Вселенной. Предположив, что Вселенная изотропна, то есть одинакова в любом из наблюдаемых направлений, даже в случае наблюдений «со стороны», ученый предложил нестационарное решение уравнений ОТО, согласно которому Вселенная расширяется. Основополагающий вывод новой концепции сводился к «началу времен» – к тому моменту, когда Вселенная имела ничтожно малый объем с бесконечной плотностью вещества. Тем самым Фридман доказал несостоятельность воззрений «отца» ОТО и использования им космологической постоянной. Поначалу Эйнштейн резко возражал против теории русского ученого, пытался найти в ней противоречия, но, в конце концов, вынужден был признать ее справедливость.

Интерпретаторы теории расширяющейся Вселенной любят уподоблять модель Фридмана с разбегающимися друг от друга галактиками с надуваемым шариком, на котором нанесены точки.

При надувании отрезки между любыми двумя точками увеличиваются, хотя ни одна из точек и не является центром расширения. Чем больше расстояние между точками, тем быстрее они разбегаются.

Этот теоретический вывод был подтвержден в 1929 г. открытием американского ученого Э. Хаббла т. н. красного смещения света от отдаленных галактик, свидетельствующего об их удалении от нашей галактики со скоростью, которая пропорциональна их расстоянию от нас.

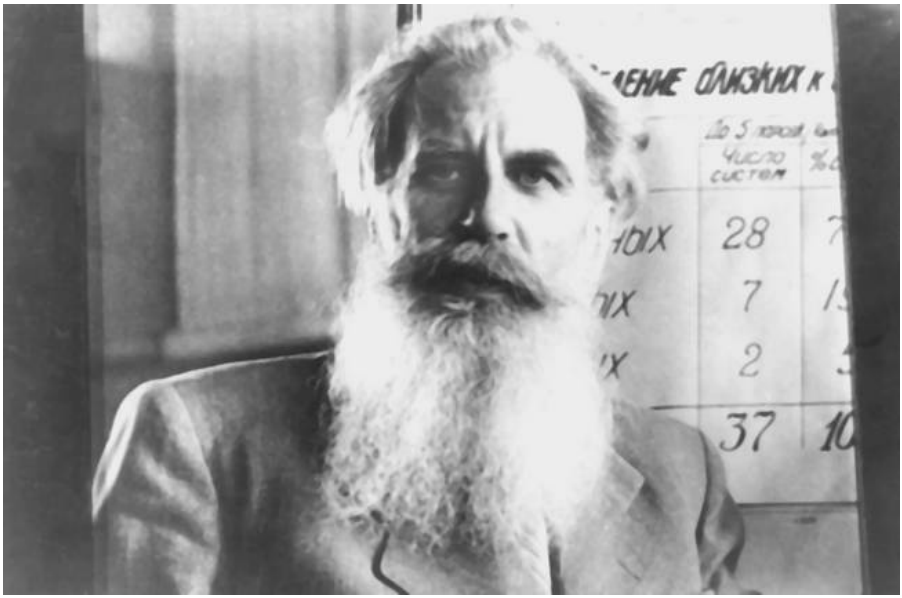
Астрофизик католический священник Ж. Леметр, не зная о работах Фридмана, объединил ОТО с данными Хаббла и также пришел к выводу, что Вселенная расширяется во времени из состояния «первичного атома», из состояния т. н. Большого взрыва. Нестационарная Вселенная до 1960-х гг. называлась именем бельгийского аббата, а после того, как из забвения было вызвано имя основоположника релятивистской космологии Фридмана, получила имя модели Фридмана – Леметра.

В 1946–1956 гг. ученик Фридмана советский и американский физик-теоретик Г.А. Гамов уточнил концепцию «Большого взрыва и расширяющейся Вселенной»: предложил модель «горячей Вселенной» и разработал теорию образования химических элементов путем последовательного нейтронного захвата – нуклеосинтеза. В рамках этой теории было предсказано существование фонового микроволнового (реликтового) излучения, открытого в 1965 г.

# КОСМОГОНИЯ ШМИДТА

*Математик, геофизик, географ, астроном, путешественник, альпинист, исследователь Арктики и Памира, лектор, просветитель, организатор науки, реформатор школьной и вузовской системы, общественный и государственный деятель; профессор, заведующий кафедрой алгебры Московского университета; основатель и руководитель Геофизического отделения в МГУ; создатель и глава Московской научной школы по теории групп; руководитель секции естественных и точных наук в Коммунистической академии; академик, вице-президент, председатель географической группы АН СССР; директор Арктического института, создатель и директор Института теоретической геофизики АН СССР; начальник и организатор полярных экспедиций (Земля Франца-Иосифа, Северная Земля, Северный морской путь, пароход «Челюскин» – челюскинская эпопея, дрейфующая станция «Северный полюс-1» «СП-1»); начальник Главного управления Северного морского пути; заведующий Государственным издательством, главный редактор Большой советской энциклопедии и журнала «Природа»; член ЦИК СССР, коллегий наркоматов продовольствия, финансов, просвещения; депутат Верховного Совета СССР 1-го созыва; кавалер трех орденов Ленина, других орденов и медалей, Герой Советского Союза, Отто Юльевич Шмидт (1891–1956) является автором трудов по высшей алгебре (теории групп), геофизике Курской магнитной аномалии. Мировую славу Шмидту принесла его космогоническая концепция образования Солнечной системы в результате конденсации околосолнечного газово-пылевого облака.*

В 14 лет Отто составил «план своей дальнейшей жизни. В нем было подробно описано, какие книги он должен прочесть, какими науками овладеть, какие проблемы решить, как развиваться физически. Но когда он подсчитал, сколько лет ему потребуется для выполнения программы, обнаружил – ему необходимо было 900 лет! Он «ужал» программу до 150 лет. Ученый к концу жизни выполнил ее, перекрыв норму почти в три раза» (М.Ф. Гильмуллин). Собственно, Шмидт и прожил не одну, а три жизни – ученого, путешественника и гражданина (в некрасовском смысле). В Шмидте-ученом нас интересует прежде всего его космогоническая концепция, которой Отто Юльевич посвятил последние 14 лет жизни.




*О.Ю. Шмидт делает доклад о разделении двойных звезд*

Начало интереса к процессу возникновения Земли и других планет у Шмидта относится к 1923 г., когда геофизик принимал участие в обработке данных инструментальных измерений Особой комиссии по изучению Курской магнитной аномалии. Тогда же ученый начал заниматься математической разработкой задачи трех гравитирующих тел, которая пригодилась ему через 20 лет в построении космогонической теории.

С 1943 г. Шмидт стал разрабатывать «метеоритную» теорию аккумуляции Земли из небольших тел, увязав ее с последними достижениями геофизики и геохимии. Образовав в руководимом им Институте теоретической геофизики АН СССР «Отдел эволюции Земли», Отто Юльевич привлек к решению этой проблемы его сотрудников.

Отказавшись от преобладавшей тогда в астрономии гипотезы гигантских газовых протопланет и положив в основу рассуждений идею первоначально холодной Земли, «слепившейся» из небольших твердых тел, а также догадку захвата Солнцем допланетного роя, ученый математически доказал принципиальную возможность этого захвата в системе трех тел и тем самым объяснил механизм образовании планеты. Эта гипотеза сняла математическое противоречие, которое до Шмидта не могла объяснить ни одна астрономическая теория, между скоплением основной массы Солнечной системы в ее центре и моментом количества движения, сосредоточенном в основном на ее периферии.

Концепции были посвящены «Четыре лекции о

происхождении Земли», прочитанные автором в Геофизическом институте в 1948 г. и опубликованные в 1949 г., а затем переведенные на английский язык. Опередив своей работой западных исследователей как минимум на 10–15 лет, русский ученый дал в руки всем астрономам фактически завершенную и совершенную планетную космогонию, которую ныне признали во всем мире. После смерти Отто Юльевича теорию происхождения Земли и планет развивали коллеги и ученики Шмидта – Б.Ю. Левин, Г.Ф. Хильми, В.С. Сафронов и др.

Как признают сегодня ученые, в 1940-х гг. Шмидт нашел единственно возможный путь решения проблемы происхождения Земли и планет как комплексную астрономо-геолого-геофизическую проблему. (До этого времени проблема происхождения планет считалась чисто астрономической.)

Разбив задачу на три части (происхождение допланетного облака, вращавшегося вокруг Солнца; образование в этом облаке планетной системы; эволюция Земли и планет) и придав второй части статус центральной задачи, ученый постарался найти на них ответы в том объеме, который позволяла ему сделать тогдашняя астрофизика. Как отмечали специалисты, такое «решение О.Ю. Шмидта в значительной мере определялось его богатой интуицией».

Проанализировав все геофизические и геохимические данные, Шмидт заключил, что Земля (и другие планеты) не проходила через расплавленное «огненно-жидкое» состояние, а сформировалась из мелких тел, точнее, из пылевых сгущений (пылевого субдиска), которые, объединяясь в тысячекилометровые тела, падали на главный зародыш Земли, разогревая ее недра и образуя мантию и ядро.

Дав объяснение основных физико-механических закономерностей планетной системы, Шмидт вывел формулу для скорости роста планеты, вычерпывающей вещество, находящееся в ее зоне. Эта формула в дальнейшем стала одним из важнейших соотношений количественной теории роста планет.

Выдвинув идею создания моделей внутреннего строения планет для сравнительного анализа с Землей, Шмидт заложил основу созданной позднее сравнительной планетологии. В конце XX в. в Институте им. О.Ю. Шмидта была разработана модель образования Луны и спутников планет как процесс, сопровождающий аккумуляцию планет.

Дал Шмидт и объяснение происхождению астероидов и комет, предположив, что пояс астероидов представлял собой несформировавшуюся планету – это было подтверждено и соответствующими расчетами. Было показано, что основными

источниками астероидов и облаков комет стали все планеты-гиганты Солнечной системы.

Ныне исследователи пришли к решению первой части шмидтовской концепции – выяснению происхождения допланетного облака. При этом рабочим инструментом в интерпретации космических наблюдений служит т. н. модель Шмидта – Сафронова.

Разносторонней деятельности Шмидта можно только удивляться. Он первым в отечественной науке исследовал закономерности эмиссионного процесса в финансовой сфере, первым из русских альпинистов покорил шеститысячник, организовал первые полярные экспедиции 1930-х гг., сам участвовал в них…

Когда в 1934 г. пароход «Челюскин» был затерт льдами и затонул, а экспедиция под командованием Шмидта в составе 104 человек (в их числе 10 женщин и двое маленьких детей) высадилась на лед, Отто Юльевич сплотил челюскинцев, организовал их быт, наладил научно-исследовательскую работу, не давал падать духом, пока всех их не вывезли на самолетах на Большую землю.

Эта эпопея прославила Шмидта и челюскинцев на весь мир. Б. Шоу, например, искренне изумился: «Что вы за страна!.. Полярную трагедию вы превратили в национальное торжество… На роль главного героя ледовой драмы нашли настоящего Деда Мороза с большой бородой… Уверяю вас, что борода Шмидта завоевала вам тысячи новых друзей!»

Для полярника не прошли бесследно арктические приключения; переболев и пневмонией, и туберкулезом, Отто Юльевич умер 7 сентября 1956 г. в возрасте 64 лет.

# SZEFFECT И ДРУГИЕ ЭФФЕКТЫ СЮНЯЕВА

*Физик, астрофизик; профессор МФТИ и почетный профессор 20 ведущих университетов и институтов мира, член 20 зарубежных академий и научных обществ, академик АН СССР (РАН); главный научный сотрудник Института космических исследований РАН, директор астрофизического отделения Института Макса Планка в Гархинге (Германия); руководитель нескольких международных космических проектов; главный редактор журналов «Письма в Астрономический журнал» и «Astrophysics and Space Physics Reviews»; лауреат 17 отечественных и международных наград, в том числе Государственной премии РФ и премии Крафурда по астрономии Королевской АН Швеции (аналог Нобелевской) – Рашид Алиевич Сюняев (род. 1943) написал 1400 персональных и коллективных работ (данные SAO/NASA ADS) по теоретической астрофизике, космологии, астрофизике высоких энергий, рентгеновской астрономии, космическим исследованиям, взаимодействию вещества и излучения в астрофизических условиях. Несколько фундаментальных открытий ученого: эффект Сюняева – Зельдовича (SZeffect), теория дисковой аккреции (совместно с Н.И. Шакурой) и др. – принадлежат к числу самых цитируемых трудов в области астрофизики.*

Р.А. Сюняев не раз возглавлял отечественные и международные коллективы ученых, занимавшиеся астрофизическими исследованиями Вселенной: рентгеновскими, гамма– и прочими наблюдениями с модуля «Квант» комплекса орбитальной станции «Мир», с орбитальной обсерватории ГРАНАТ, с гамма-обсерватории ИНТЕГРАЛ, в рамках международного астрофизического проекта «Спектр-Рентген-Гамма»… Уже свыше 30 лет Сюняев является непререкаемым авторитетом в одном из важнейших разделов астрономии, космологии – *физическом* учении «о Вселенной как едином целом и о всей охваченной астрономическими наблюдениями области Вселенной как части целого» (БСЭ). Эта наука основывается на системе знаний эпохи, прежде всего – на законах физики и на результатах исследования однородности, изотропности и расширения части Вселенной, доступной для астрономических наблюдений.

*Р.А. Сюняев*

В фундаменте космологии заложены общая теория относительности, теория поля, внегалактическая астрономия и другие науки. Общепринятой стала модель горячей Вселенной, в которой на ранней стадии развития вещество и излучение имели очень высокую температуру и плотность. Расширение привело к

их постепенному охлаждению и образованию атомов, галактик, звезд и других космических тел. Наблюдаемое реликтовое излучение с температурой около 3 ˚К – это «остывшее» излучение, сохранившееся с ранних стадий развития Вселенной, со времен Большого взрыва. Снижение температуры микроволнового фонового излучения, происходящее при его взаимодействии с массивными объектами получило название эффекта Сюняева – Зельдовича. (Я.Б. Зельдович – академик АН СССР, выдающийся физико-химик.) В терминах астрофизики SZeffect интерпретируют как «изменение интенсивности радиоизлучения реликтового фона из-за обратного эффекта Комптона на горячих электронах межзвездного и межгалактического газа». Приводя еще и формулу изменения радиоизлучения (даже с расшифровкой всех латинских букв), мы вряд ли проясним сущность этого открытия непосвященным:

$$\Delta I_\nu = 2\frac{(kT_{cmb})^3}{(hc)^2} yg(x$$

В этом выражении главным символом является $y$ . Суть же эффекта такова: «Кванты редкого излучения при пролете через галактику, могут получать дополнительный “толчок” от движущихся с высокими скоростями электронов» (А. Тимошенко.) То есть при прохождении фотонов через горячий газ часть их рассеивается на электронах, получая при этом некоторую энергию. Отклонение спектра фотонов от спектра абсолютно черного тела и есть $y$ .

Статья Сюняева и Зельдовича «The observations of relic radiation as a test of the nature of X-ray radiation from the clusters of galaxies», содержащая это открытие, была опубликована в 1972 г.

О «практическом» применении эффекта Сюняева – Зельдовича можно найти сообщения в астрофизических журналах, в пресс-релизах астрофизических центров, на официальных сайтах РОСКОСМОСА и НАСА, в СМИ. То и дело появляются новые сообщения о том, как с использованием этого эффекта астрономы обнаружили 10 новых скоплений галактик; идентифицировали 20 из 169 подобных скоплений; открыли самое большое из известных скоплений галактик – объект SPT-CL J0546–5345 массой в 800 триллионов Солнц и т. д. Одна из последних публикаций сообщает о необъяснимом природном явлении – движении со скоростью в миллионы км/час под действием неизвестных сил галактик, удаленных от Земли на расстояние 300–2500 млн световых лет. Попутно говорится и об аномальном замедлении системы зондов «Пионер» (автоматических межпланетных станций), летящих за рамки

Солнечной системы…

Эффект Сюняева – Зельдовича позволяет определять расстояние до скоплений галактик с горячим межгалактическим газом, постоянную Хаббла, характеризующую темп расширения и возраст Вселенной, измерять скорость движения скопления галактик относительно микроволнового фонового (реликтового) излучения.

Более полная информация о десятках тысяч далеких скоплений галактик по эффекту Сюняева – Зельдовича позволит ученым судить о параметрах нашей Вселенной, даст возможность «уточнить природу “темной энергии” и наблюдать эволюцию темпа расширения Вселенной и постоянной Хаббла».

За это открытие Международный астрономический союз присудил Р.А. Сюняеву важнейшую в мире награду в области космологии – премию Грубера и Золотую медаль (2003), а в 2008 г. ученый был удостоен премии Крафурда Королевской АН Швеции – аналога Нобелевской премии.

Нобелевскую премию теоретикам (особенно советско-российским) присуждать не любят, а вот зарубежные экспериментаторы за подтверждение этого открытия две премии получили.

Не менее важным открытием Сюняева в астрофизике стала «стандартная теория» аккреции (процесс падения вещества на космическое тело из окружающего пространства) на релятивистские звезды, созданная им совместно с астрофизиком Н.И. Шакурой (1972–1973). Это учение является сегодня основой при описании процессов в окрестностях черных дыр и нейтронных звезд.

В 1970 г. у Сюняева и Зельдовича вышла статья «Small-scale fluctuations of relic radiation», в которой ученые «предсказали существование акустических пиков в угловом распределении реликтового излучения». В 1983 г. это явление было обнаружено при наблюдениях, а через 17 лет с его помощью впервые была измерена скорость галактик. Сегодня изучением перемещений галактик занимаются специализированные спутники, обычное радио-, оптические и инфракрасные телескопы.

Мировое значение имеют работы астрофизика, связанные с наблюдением рентгеновских лучей от Сверхновой в Большом Магеллановом облаке 1987А; открытием восьми черных дыр в нашей Галактике и подтверждением описанного Сюняевым механизма засасывания вещества черными дырами (1987–1992); получением формулы Сюняева – Титарчука, описывающей формирование спектров излучения в горячей астрофизической плазме. В 2000 г. Сюняев получил Государственную премию

России за результаты наблюдений черных дыр и нейтронных звезд приборами орбитальной обсерватории ГРАНАТ.

Сегодня коллективные работы – залог успеха большинства исследований. У Сюняева много таких трудов: с Я.Б. Зельдовичем и В.Г. Куртом они рассчитали кинетику рекомбинации водорода во Вселенной; с Ю.Н. Гнединым предсказали существование циклотронных линий в спектре излучения рентгеновских пульсаров – нейтронных звезд с сильными магнитными полями; с В.М. Лютым и А.М. Черепащуком предложили оптические методы поиска двойных рентгеновских систем и т. д.

# Физика

# ВОЛЬТОВА ДУГА ПЕТРОВА

*Электротехник, самоучка физик-экспериментатор, лектор; преподаватель курса физики и математики в Академии художеств и во 2-м Кадетском корпусе, заслуженный профессор и заведующий кафедрой физики Императорской медико-хирургической академии, академик Петербургской АН и Медико-хирургической академии, почетный член Эрлангенского физико-математического общества и ряда других ученых обществ; создатель и руководитель физического кабинета; действительный статский советник, Василий Владимирович Петров (1761–1834) является одним из первых русских исследователей в области электротехники и практического применения электричества. Первым в мире наблюдал дуговой разряд и открыл электросварку.*

В XVIII–XIX вв. Россия напоминала прихожую, сквозь которую научные открытия проходили в горницу Европы не задерживаясь. Стоило русским ученым вдруг заявить о своем приоритете, Европа каждый раз недоумевала так, точно эти открытия не к ней зашли через переднюю, а от нее вышли в свет. Открытие В.В. Петровым электросварки прекрасно иллюстрирует сей казус. «Трагедия изоляции от мировой науки работ Ломоносова, Петрова и других наших ученых-одиночек и состояла только в том, что они не могли включиться в коллективную работу ученых за границей, так как они не имели возможности путешествовать за границу. Это и есть ответ на вопрос – о причине отсутствия влияния их работ на мировую науку… Работы ученого, происходящие вне коллектива, обычно остаются незамеченными» (П.Л. Капица). Время, а еще больше старания министра просвещения С.С. Уварова, питавшего к Василию Владимировичу за его независимость суждений личную неприязнь, убрали из памяти потомков имя и дела Петрова (не сохранился даже портрет ученого, и была заброшена его могила). Во всяком случае, русские физики, а тем более европейские во второй половине XIX в. не имели никакого представления о великих трудах электротехника. В 1886 г. на глаза одному студенту случайно попалась работа Петрова «Известие о гальвани-вольтовских опытах посредством огромной батареи, состоявшей иногда из 4200 медных и цинковых кружков» (180), о которой тот поведал научной общественности. Русскому ученому был возвращен приоритет открытия электросварки, принадлежавший английскому физику Г. Дэви, который, кстати, вовсе и не претендовал на первенство. Англичанин, хорошо наслышанный об экспериментах Петрова, в 1808 г. лишь повторил их.

*В.В. Петров. Гравюра XIX в.*

Что же это были за опыты? Если коротко, уникальные и преждевременные. Наука и экспериментальная база еще не были готовы к ним. Посему исследователь действовал больше по наитию, но ведомый своим гением.

«Отец русской электротехники», как любят называть сейчас Петрова историки науки, прекрасный педагог, в стенах Медико-хирургической академии, где он заведовал кафедрой, оборудовал

лучший в России (да и, быть может, в мире) физический кабинет, оснастил его приобретенными у графа Д.П. Бутурлина, а также в Лондоне физическими приборами, и по 14 часов в день с упоением занимался физическими и химическими опытами.

Эксперименты давали физику ответ на многие вопросы теории, почерпнутые им в том числе и из книг и журнальных статей европейских ученых, после чего он демонстрировал их студентам на занятиях. Собственно, это «хобби» и привело ученого к его открытиям. Одним из постоянных увлечений Петрова было электричество. Заинтересовавшись открытиями Л. Гальвани и А. Вольта, особенно вольтовым столбом – гальванической батареей, сооруженной Вольта в 1800 г., представлявшей собой прибор из нескольких десятков чашек, заполненных соленой водой и объединенных металлическими дугами из меди и цинка, Петров решил сконструировать такую же. Что и сделал, но воистину в российских масштабах – увеличил число элементов батареи сразу на два порядка!

Соединив последовательно 2100 пар медных и цинковых кружков, которые изолировались друг от друга бумажными кружками, смоченными электролитом – водным раствором нашатыря, физик собрал огромную гальваническую батарею, электродвижущая сила которой достигала 1700 вольт, и получил на ней мощный источник электрического тока.

Если эти тысячи элементов выстроить в столб, как их собирал Вольта, они достигли бы длины 12 метров, и с ними вряд ли можно было бы проводить какие-либо опыты. Однако ученый сумел уложить все эти «кружочки» в достаточно компактный трехметровый ящик, явивший собою воистину инженерное чудо. (Через 150 лет в Московском энергетическом институте была воссоздана 1/20 часть гальванической батареи, на которой повторили эксперимент, давший точные характеристики аппарата Петрова. – *Я.А. Шнейберг.* )

Проводя на батарее разнообразные эксперименты, Петров прикрепил к ее полюсам две проволоки с прикрученными кусочками древесного угля, соединил электроды, потом развел их – и получил ослепительную вспышку белого пламени. Это и была электрическая дуга, названная позднее «вольтовой».

Многократно повторив опыты, ученый издал в 1803 г. великолепную во всех смыслах книгу «Известие о гальвани-вольтовских опытах», не нашедшую, к сожалению, должного сочувствия к ней в Министерстве просвещения и в научных кругах. В этом труде, написанном «наипаче для пользы тех читателей, которые… живут в отдаленных от обеих столиц местах и которые не имели случая приобрести нужные понятия в сих

предметах», ученый описал свою уникальную батарею и обстоятельно изложил исследования свойств электрической дуги. Петров убедительно показал, что действие дуги основано на химических процессах, происходящих между металлами и электролитом, а также предложил использовать электрическую дугу для освещения, плавления и варки металлов, восстановления металлов из их окислов.

На этой и других установках академик изучал электропроводность и физико-химические свойства разных веществ – древесного угля, льда, фосфора, серы; исследовал электрические явления в различных газовых средах; впервые произвел опыты электролиза (разложения посредством электрического тока) жидкостей – воды, алкоголя, растительных масел, окислов металлов (ртути, свинца, олова); вел изучение «действия Гальвани-Вольтовской жидкости на тела живых, особливо животных», а также свечение фосфоров животного и минерального царства (люминесценцию); впервые применил изоляцию сургучом проволочного проводника и параллельное соединение электрических цепей; первым в мире исследовал электрические явления с наэлектризованными телами в разреженном пространстве (электрический разряд в вакууме, статическое электричество, электризация тел); за 25 лет до Г.С. Ома установил зависимость силы постоянного тока от площади поперечного сечения проводника, чем «предвосхитил закон Ома»; ввел в электротехнику термин «сопротивление»…

Надо сказать, что многие труды Петрова стали не только фактом истории, но и по сию пору представляют научный интерес. Академик С.И. Вавилов, например, относил работы Петрова по люминесценции чуть ли не к последнему слову науки. Президент АН вообще отвел Василию Владимировичу не оспариваемое никем место: «В истории русской физики до половины XIX в. В.В. Петров не только хронологически, но и по своему значению непосредственно следует за М.В. Ломоносовым».

# ЗАКОНЫ ЛЕНЦА

*Физик, геофизик, геодезист, электротехник, географ, путешественник, педагог; профессор Морского кадетского корпуса, Михайловской артиллерийской академии, Главного педагогического института, Михайловского артиллерийского училища; профессор, заведующий кафедрой физики и физической географии, декан физико-математического факультета, ректор Санкт-Петербургского университета; академик императорской Санкт-Петербургской АН, член ряда зарубежных АН и научных обществ Европы; основатель научной школы физиков; один из учредителей Русского географического общества; создатель учебников физики для средних школ; тайный советник, Эмилий Христианович Ленц, настоящее имя Генрих Фридрих Эмиль Ленц (1804–1865), является автором фундаментальных законов электродинамики. Ленц установил факт обратимости магнитоэлектрической машины и электродвигателя, совместно с академиком Б.С. Якоби разработал методы расчета электромагнитов.*

Помимо главного закона сохранения и превращения в каждом разделе физики есть еще несколько основных законов. Скажем, в механике это закон Архимеда, закон всемирного тяготения, законы Ньютона и т. д. В электричестве и магнетизме – законы Ома, Кулона и др. Среди них два принадлежат Э.Х. Ленцу: закон его имени (его часто называют правилом) и закон Джоуля – Ленца, открытый в начале 1840-х гг. экспериментальным путем независимо друг от друга обоими учеными. Ленц получил и интерпретировал результаты раньше Дж. Джоуля, и благодаря более совершенному методу они у него были точнее, но английский физик опередил русского с публикацией. Тут уж ничего не поделаешь – такова планида у русских ученых! Есть у Ленца и два «довесочка»: в законе электромагнитной индукции Фарадея по закону Ленца определяется знак электродвижущей силы (ЭДС); а еще Эмилий Христианович первым обратил внимание на закон Ома и всячески содействовал его признанию.

*Э.Х. Ленц*

После открытия датским ученым Х.К. Эрстедом в 1820 г. электромагнетизма (электродинамики), ученые разных стран – А. Ампер, М. Фарадей, Д.К. Максвелл, Г. Герц и др. – добились в новой области науки впечатляющих достижений. Однако из-за отсутствия точных приборов, а также методов измерения электрических и магнитных величин в формулах и теориях зачастую не было и однозначных трактовок. В частности, отсутствовала количественная характеристика электромагнитной индукции (явления возникновения электрического тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока, проходящего через него), не было правила (исключая несколько мнемонических), определяющего направление индуктированных токов, и др. Большую часть этих сложных физических проблем разрешил один из лучших экспериментаторов своего времени Э.Х. Ленц.

В 1833 г. ученый представил Петербургской АН доклад «Об определении направления гальванических токов, возбуждаемых электродинамической индукцией», в котором указал на различное толкование Фарадеем индуцируемых токов в случае вольта-электрической и в случае магнитоэлектрической индукции и объявил, что в обоих случаях действует один и тот же индукционный процесс, подчиняющийся общему правилу: «Если металлический проводник движется поблизости от гальванического тока или магнита, то в нем возбуждается гальванический ток такого направления, что если бы данный проводник был неподвижным, то ток мог бы обусловить его перемещение в противоположную сторону; при этом предполагается, что покоящийся проводник может перемещаться только в направлении движения или в противоположном направлении».

Теоретические выкладки подкреплялись блестящими экспериментами, показывающими, что индукционный ток всегда противодействует изменению, порождающему его. С тех пор правило Ленца, предписывая направление движения индукционного тока, действует в электромагнитной индукции, как правила уличного движения на городских улицах.

Выводя свое правило, Ленц впервые обосновал и справедливость закона сохранения и превращения энергии при взаимных превращениях механической и электромагнитной энергии. Перемещая магнит или проводник с током вблизи замкнутого проводника, ученый показал, что механическая энергия этого перемещения превращается в электромагнитную энергию тока индукции. «Работа перемещения первого проводника превращается в электрическую энергию во втором проводнике», – заметил физик. Закон сохранения и превращения энергии в его современном виде был открыт лишь через восемь лет после доклада Ленца немецким физиком Р. Майером.

Работы Ленца в этом направлении позволили ему впервые сформулировать в 1833 г. фундаментальный принцип обратимости электрических машин. Экспериментально доказав обратимость генераторного и двигательного режимов электрических машин, физик совершил настоящий переворот в развитии электротехники.

Не менее значительны исследования Ленцем теплового действия электрического тока. В 1832 г. ученый впервые обратил внимание на изменение проводимости нагреваемых металлических проводников. Сконструировав прибор для измерения количества тепла, выделяемого при прохождении тока в платиновой проволоке, ученый провел большую серию опытов,

позволивших ему сформулировать в 1843 г. новый закон, дающий количественную оценку теплового действия электрического тока: «Нагревание проволоки гальваническим током пропорционально квадрату служащего для нагревания тока». Как уже было сказано, Джоуль, проводя аналогичные эксперименты, выполнил гораздо меньше измерений и пользовался менее точным прибором. Научное сообщество не стало мелочиться и отдало приоритет в открытии закона обоим ученым.

Закон Джоуля – Ленца определяет количество тепла $Q$ , выделяющегося в проводнике при прохождении через него электрического тока: $Q$ пропорционально сопротивлению $R$ проводника, квадрату силы тока $I$ в цепи и времени прохождения тока $t$:

...

$$Q = aI2Rt,$$

где $a$ – коэффициент пропорциональности, зависящий от выбранных единиц измерения.

Сфера применения закона обширна. На нем основан расчет всех электрических цепей и электронных схем, электроосветительных установок, нагревательных и отопительных электроприборов.

Согласно закону, для уменьшения тепловых потерь в линиях электропередач повышают передаваемое напряжение, что снижает силу тока, а значит, и нагрев провода. Чтобы проводник чрезмерно не разогревался и не стал источником пожара, ввели нормы расчета сечений проводов.

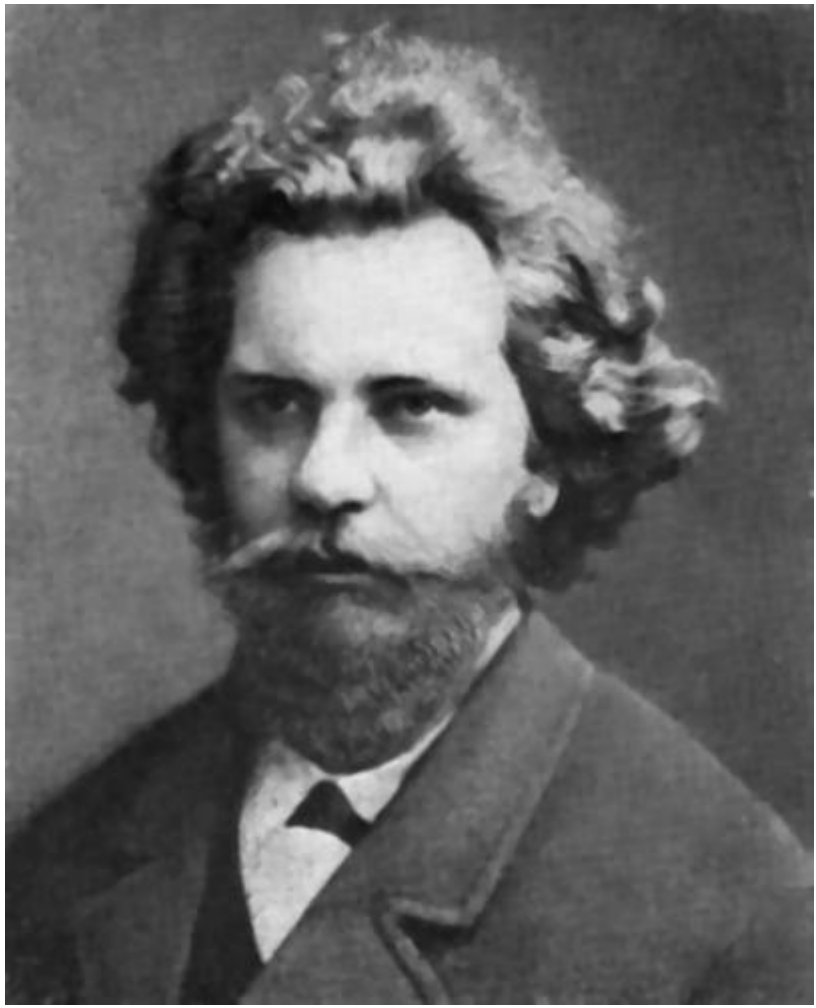
На принципе разогрева проводника при увеличении его электрического сопротивления устроены все электронагревательные приборы, нагревательные элементы которых изготавливают из специальных тугоплавких сплавов с высоким удельным сопротивлением (нихром, константан) и по возможности большой длины и малого сечения провода.

Для защиты электрических цепей от протекания токов высокой силы используют электрические (плавкие) одноразовые предохранители относительно малого сечения из легкоплавкого сплава. При перегрузке в сети и при коротком замыкании тока эти проводники расплавляются и размыкают цепь, предохраняя ее от перегрева и возгорания.

# ПОТОК ЭНЕРГИИ УМОВА

*Физик, философ, педагог, лектор, пропагандист, популяризатор науки, общественный деятель; профессор Новороссийского и Московского университетов, Московского технического училища; почетный доктор Глазговского университета; основатель (совместно с П.Н. Лебедевым) Физического института при Московском университете; президент Московского общества испытателей природы, председатель Московского педагогического общества, товарищ председателя Общества содействия успехам опытных наук и практических применений им. Х.С. Леденцова; издатель и главный редактор журнала «Научное слово», Николай Алексеевич Умов (1846–1915) является автором учения о движении энергии в телах, базового понятия в новейшей физике – потока энергии, т. н. вектора Умова. Умов – первооткрыватель классической формулы общего уравнения движения энергии.*

Человечество с каждым годом все больше нуждается в энергии – механической, тепловой, химической, электрической, ядерной. Все эти формы энергии, трансформируясь друг в друга, дают совокупность энергетических процессов, без которых не обойтись ни обывателям, ни ученым. Последних всегда интересовал вопрос – каким образом происходит эта трансформация и как повысить ее КПД? Схематично это выглядит так. В замкнутый объем через поверхность поступает первичная энергия, а затем выходит преобразованная (разумеется, в рамках закона сохранения энергии). Плотность потока энергии (Su) при этом ограничена физическими свойствами среды, через которую она течет. Этот термин – плотность потока энергии – ввел в начале 1870-х гг. русский физик Н.А. Умов, опубликовавший несколько работ о движении энергии, в которых развил представления о плотности энергии в данной точке среды, скорости и направлении движения энергии, о локализации потока энергии в пространстве.



*Н.А. Умов*

Ученый составил дифференциальные уравнения движения энергии в твердых телах постоянной упругости и в жидких телах, интегрируя которые и применяя к распространению волн в упругой среде, пришел к заключению, что энергия целиком переносится волной от одной точки к другой. «Количество энергии, проходящей через элемент поверхности тела в единицу времени, равно силе давления или натяжения, действующей на этот элемент, умноженной на скорость движения элемента» – этот вывод называется теоремой Умова. Уравнение непрерывности в свободном пространстве для движущихся упругих сред и вязких жидкостей имеет вид:

$$\frac{\partial w}{\partial t} + \operatorname{div} \mathbf{S}_u = 0$$

где $Su = wv$; $w$ – плотность энергии; v – скорость движения среды.

После защиты ученым в 1874 г. докторской диссертации «Уравнения движения энергии в телах» *Su* принято называть в нашей стране вектором Умова.

В 1884 г. английский физик Д. Пойнтинг, независимо от Умова и ничего не зная о трудах русского ученого, получил подобное выражение для частного случая – электромагнитного поля (поперечных электромагнитных волн). На Западе без особых рефлексий вектор Умова переименовали в вектор Пойнтинга ( *Sp* ):

...

$$Sp = [E \times H];$$

*E и H* – напряженности электрического и магнитного полей.

Сам Умов, кстати, отмечал, что его выводы применимы и в электромагнитных полях.

Необходимо различать принципиальную разницу между этими понятиями – *Su и Sp* . Вектор Пойнтинга можно рассматривать только применительно к электромагнитным полям, тогда как вектор Умова применим ко всем силовым полям без исключения, поскольку сами уравнения движения энергии получены Умовым для движения любого вида энергии, происходящего в любой среде, то есть носят самый общий характер.

Не прибегая к выкладкам, заметим еще, что вектор Умова Su описывает конвективный перенос энергии из одной точки пространства в другую, в частности полем движущегося заряда; а вектор Пойнтинга связан лишь с переносом энергии электромагнитными волнами.

Труды Умова своей математической сложностью представляли «крепкий орешек» для российских и зарубежных коллег Николая Алексеевича. Утверждали даже, что они «лишены какого бы то ни было научного смысла и представляют собой… простой набор математических формул». Раскусили их не сразу, но, раскусив, буквально растащили на цитаты, при этом не всегда озвучивая автора.

Так было и в других случаях. Когда Умов показал свою блестящую работу «О стационарном движении электричества на проводящих поверхностях произвольного вида» немецкому физику Г. Кирхгофу, тот тут же умыкнул главные положения

этого исследования и опубликовал их под своим именем (не забыв, правда, упомянуть и русского ученого). Фактически то же самое произошло и со знаменитой формулой $E = mc2$ , которую русский физик получил лет за тридцать до А. Эйнштейна – опять же как общий случай для волновых процессов в упругих средах. (Умов вывел соотношение между энергией волновых полей и их инерцией: $dE = c2dm$ ).

Но вернемся к вектору и к области его применения. Надо сказать, что область эта – широчайшая, как в науке, как и в технике. Без вектора Умова не обойтись при освоении нового вида энергии (скажем, термоядерной), при разработке сложного и дорогостоящего технического устройства (ТОКОМАК).

35 лет назад, в преддверии глобального мирового энергетического кризиса из-за исчерпания природных энергетических ресурсов, П.Л. Капица в одном из своих докладов, посвященных энергетической проблеме, обосновывая свои положения в выборе того или иного вида энергии, оперировал только вектором Умова. Рассматривая альтернативные способы получения энергии, академик подчеркивал удобство вектора Умова для изучения процессов преобразования энергии. При этом Капица привел примеры, как с помощью этого вектора определяют предельную мощность мотора или турбины; мощность трансмиссии ременной передачи; предельную мощность, передаваемую лентой в генераторе типа Ван-де-Граафа; предельную мощность в газовых, химических элементах, в солнечных батареях, геотермальных источниках; как находят предельную высоту, на которой может летать турбореактивный самолет, и т. д.

К сказанному Капицей можно добавить, что вектор Умова применяют для проектирования электромагнитных излучателей и направляющих систем в радиоэлектронной аппаратуре, для расчета энергетических характеристик антенн, в частности, сопротивления излучения выпускных самолетных антенн. Вектор необходим при определении оптимальной аэродинамической конструкции летательного аппарата в поле скоростей. В процессах и аппаратах химических технологий его используют для составления детерминированных и идеальных математических моделей. В электротехнике с его помощью определяют внутреннее активное и реактивное сопротивление проводника и т. д. и т. п.

«Представления Умова о движении и распределении энергии в средах, о ее потоке, скорости и направлении являются общепризнанными в современной физике. Они прочно завоевали себе место в таких ее разделах, как теория поля,

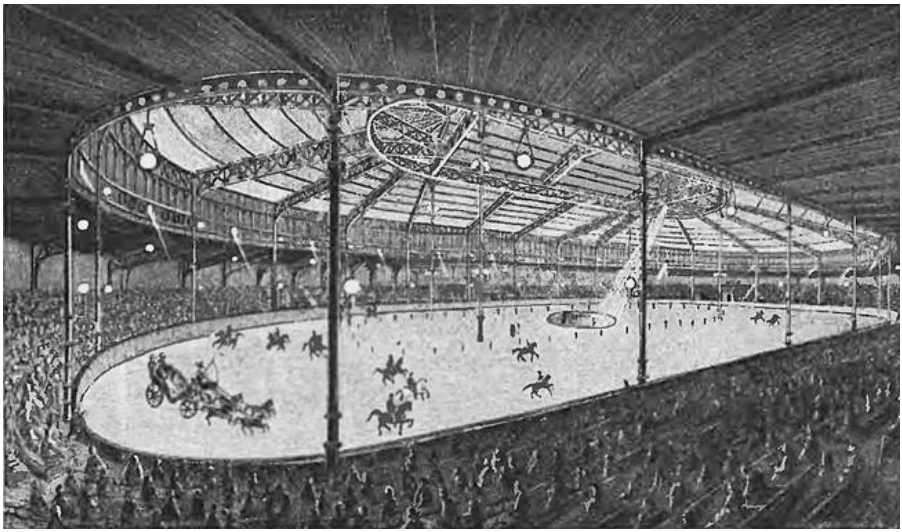
электродинамика, оптика, акустика, гидродинамика… Именно Умов изложил очень ценную идею об универсальности всех силовых взаимодействий в природе» (профессор А.Л. Шаляпин).

Писатель Андрей Белый оставил яркие воспоминания о своем преподавателе – Н.А. Умове, в котором адекватно своему учителю употребил много редких, но метких слов: «Огромная область физика была им высечена перед нами, как художественное произведение, единообразное по стилю… Он вводил нас в суть вопроса, как жрец, сперва протомив подготовкою; взвивал занавесь, и мы видели не историю становления вопроса, а некую драму-мистерию; так, пленив нас вопросом, он углублялся уже в детализацию и раскрытие чисто математических формул».

# «СВЕЧА ЯБЛОЧКОВА»

*Электротехник, военный инженер, конструктор, изобретатель, предприниматель; действительный член Французского физического общества, заместитель председателя Электротехнического отдела императорского Русского технического общества (РТО); начальник службы телеграфа Московско-Курской железной дороги, директор мастерской физических приборов (Москва), руководитель технического отдела французской «Генеральной компании электричества с патентами Яблочкова» (Париж), глава акционерного товарищества «Яблочков-изобретатель и К°»; кавалер именной медали РТО и французского ордена Почетного легиона, Павел Николаевич Яблочков (1847–1894) известен многими научными работами и изобретениями в области электротехники – электромагнитов, сепараторов для разделения катодного и анодного пространства, первого генератора и первого трансформатора переменного тока, системы «дробления» электрического света, химических источников тока. Всемирную славу получил Яблочков за свою дуговую лампу – «свечу Яблочкова».*

Как освещались полтора века назад улицы наших городов? Хотя бы Москвы. О деревнях не будем. Накануне нашествия «двунадесяти языков» улицы Белокаменной с сентября по май освещали 7000 масляных фонарей на деревянных столбах. Фонари были в версте друг от друга, конопляное масло (а были времена, и спирт) воровали, так что слово «освещали» мало отражало суть этого физического явления. В 1862 г. масло сменил керосин. Десятилинейные девятисвечевые керосиновые фонари освещали центр древней столицы, а пятилинейные – бросали жидкий свет на окраинах. Через 3 года появились 3000 газовых английских фонарей. Для «большой деревни» этого было явно недостаточно, поэтому вопрос об освещении улиц во второй половине XIX в. стоял довольно остро. Кстати, не только в Москве, но и во всем мире, прежде всего в европейских столицах, где фонарей было больше, но тех же – английских.



*Ипподром в Париже, освещённый «свечами Яблочкова». Гравюра XIX в.*

В 1872 г. русский электротехник А.Н. Лодыгин подал заявку на изобретение электрической лампы накаливания, в которой нитью накала служил угольный стержень, помещенный в вакуумированный сосуд, а в 1874 г. получил патент за номером 1619. Тогда же состоялись демонстрации по освещению улиц и помещений в ряде мест Петербурга. Вызвав общественный резонанс, лампы накаливания тем не менее не нашли спроса из-за несовершенства конструкции. Но они подготовили почву для изобретения П.Н. Яблочковым (в мастерских которого Лодыгин какое-то время работал) электрической свечи, а позднее и для работ американца Т.А. Эдисона (патент 1880 г.), с благодарностью позаимствовавшего принцип действия изобретения предшественника и добавившего к нему свою придумку – угольную нить из бамбука, существенно увеличившую срок службы лампы.

12 декабря 1876 г. впервые вспыхнул свет «свечи Яблочкова» (французский патент № 112024, 1876). К этому дню ученый шел несколько лет.

Будучи членом кружка электриков-изобретателей и любителей электротехники при Московском политехническом музее, Яблочков узнал об опытах Лодыгина по освещению улиц и помещений лампами накаливания и загорелся идеей найти дуговой лампе Фуко с ручным регулированием длины дуги новую область практического применения. Дуговые лампы от электрических отличаются тем, что в них под действием электрического разряда светится газ между электродами, а в лампах накаливания свет излучает нагретая нить.

Установив впервые в истории железнодорожного транспорта на паровозе прожектор с такой дуговой лампой, Яблочков был разочарован хотя и эффектным освещением пути следования, но чрезвычайно неэффективным ручным регулированием и решил усовершенствовать лампу Фуко, имевшую горизонтальное расположение угольных электродов.

Как-то занимаясь опытами по электролизу растворов поваренной соли, Яблочков обратил внимание на вспышку между двумя случайно коснувшимися друг друга угольными пластинками-электродами, после чего остановился на варианте дуговой лампы без регулятора межэлектродного расстояния.

Поставив электроды вертикально, изобретатель разделил их слоем изолятора – фарфоровой вставкой, а зажигание производил сведением электродов до соприкосновения (с последующим разведением). Во время работы лампы электроды сгорали и испарялись, но нужное расстояние между ними поддерживалось автоматически.

Это простейшее (но и гениальное) устройство, в котором ученый добился главного – саморегулирования свечения, тут же получило название «свеча Яблочкова». Местом первой демонстрации нового источника света стал Лондон. В столицах Европы, Америки, Азии «русский свет» осветил универсальные магазины и театры, площади и улицы, а во дворцах персидского шаха и короля Камбоджи не могли нарадоваться яркости голубого и оранжевого (в зависимости от состава вещества в прокладке между углями) «северного света». В России впервые электрическое освещение по системе Яблочкова было проведено в 1878 г. в казармах Кронштадта и в Большом театре Петербурга.

Пресса изливала восторг и вещала о новой эре в развитии электротехники. Во Французской академии и в других крупнейших научных обществах Европы изобретению русского ученого был посвящен ряд докладов. На электротехнической выставке 1881 г. в Париже изобретения Яблочкова, признанные вне конкурса, получили высшую награду. Словом, мир получил свет, а Яблочков – мировое признание.

Надо отметить, что Яблочков не только изобрел свечу, но и обеспечил ей скорейшее внедрение. Оснастил осветительные установки генераторами переменного тока; рассчитал и предложил цепи из произвольного числа свечей; добился увеличения их долговечности (из-за быстрого сгорания электродов первых свеч хватало на 1,5 часа); разработал системы распределения тока при посредстве индукционных приборов – предшественников современных трансформаторов.

Товарищество «Яблочков-изобретатель и К°» какое-то время

процветало, но поскольку Павлу Николаевичу за непрестанными расчетами и опытами некогда было самому заниматься делами фирмы, ими занимались проходимцы, которые оставили изобретателя ни с чем.

Через несколько лет яркие, но неэкономичные дуговые лампы заменились лампами накаливания, но не ушли, а заняли свою достойную нишу среди прочих источников света.

Позднее вольтову дугу стали заключать в лишенную кислорода атмосферу, чем повысили непрерывность горения до 200 часов. Сейчас вместо вакуума применяют инертные газы. Широкое применение нашли источники особо яркого (белого) света – ртутные и ксеноновые дуговые газоразрядные лампы. Для получения желтого и оранжевого цветов применяют натриевые лампы соответственно низкого и высокого давления, пользующиеся славой самых эффективных источников света.

Собственно же дуговая угольная лампа Яблочкова в ее первозданном виде получила широчайшее распространение в XX в. в прожекторостроении, кинопроекционной аппаратуре, в мощных облучательных установках, находящих большое применение. Так, например, в оптических печах исследуют физико-химические свойства материалов при высоких температурах, изучают влияние интенсивных лучистых потоков на материалы и организмы, осуществляют плавку в особо чистых условиях, сварку и пайку тугоплавких материалов, выращивают монокристаллы, занимаются рафинированием цветных металлов и т. д.

Свеча Яблочкова повлияла на многие работы в области электрического освещения, в частности инициировала возникновение научной фотометрии.

«Свеча Яблочкова дала электротехнике такой же сильный толчок на пути разнообразнейших практических применений электричества, какой паровая машина Уатта дала применениям пара в промышленности» (академик Н.П. Петров).

Помимо своего главного изобретения Павел Николаевич предложил еще электрическую лампочку другого типа – каолиновую, свечение которой происходило от огнеупорных тел, накаляемых электрическим током. Этот принцип спустя четверть века был использован в лампе Нернста.

Ученый создал еще несколько электрических машин и химических источников тока, принесших славу России в области электротехники; получил ряд патентов на магнитоэлектрическую машину переменного тока без вращательного движения; на магнитодинамоэлектрическую машину, на машину переменного тока с вращающимся индуктором, полюсы которого были

расположены на винтовой линии; на электродвигатель-генератор, могущий работать на переменном и на постоянном токе, и т. д. В Санкт-Петербурге Яблочков основал электромеханический завод, учредил первый русский электротехнический журнал «Электричество» (1880).

Т.А. Эдисон прожил свою жизнь в богатстве, в свете славы и «ламп Эдисона», а П.Н. Яблочков умер в бедности, редко вспоминаемый кем, 31 марта 1894 г. в Саратове, улицы которого освещали тогда в лучшем случае газовыми английскими фонарями, хотя в концертном зале на Немецкой улице и в гостинице «Россия» уже горели электрические фонари по 550 свечей каждый.

# ЛАМПА НАКАЛИВАНИЯ ЛОДЫГИНА

*Физик, электротехник, инженер, конструктор, изобретатель; народник; заводской слесарь, молотобоец, сотрудник строительного управления Петербургской железной дороги, заведующий подстанциями городского трамвая в Петербурге, преподаватель Петербургского электротехнического института; основатель первых ламповых производств во Франции и заводов по электрохимическому получению вольфрама, хрома, титана в США; создатель компании «Русское товарищество электрического освещения Лодыгин и К°»; действительный член Русского технического общества; участник многих международных выставок; лауреат Ломоносовской премии Петербургской АН; кавалер ордена Станислава 3-й степени; почетный инженер-электрик Электротехнического института императора Александра III (ЭТИ), Александр Николаевич Лодыгин (1847–1923) изобрел лампу накаливания. Лодыгин известен также как основатель промышленной электротермии, разработчик электрических печей сопротивления и индукционных для плавки металлов, меленита, стекла, закалки и отжига стальных изделий, получения фосфора, кремния.*

А.Н. Лодыгин для России – то же самое, что Т. Эдисон для Америки. Речь идет не о количестве патентов, а о значении инженерного и научного вклада в престиж страны.

Лампа накаливания Лодыгина – изобретение ранга теплового двигателя Ползунова или самолета Можайского, названия которых остались навеки связанными с именами создателей. Увы, всякое великое научно-техническое достижение – искус для других изобретателей. Эдисон, позаимствовавший принцип лампы накаливания у Лодыгина, даже предъявил иск автору этой идеи, но суд отклонил заявление американца, сославшись на первенство русского изобретателя. Приоритет изобретения лампы накаливания оспаривался многими лицами, но ни один «патентный процесс» ими выигран не был, так как главные составляющие лампы накаливания – стеклянная колба с откачанным воздухом и угольная, а позднее вольфрамовая нить, на поиск которой Александр Николаевич потратил 27 лет жизни, были запатентованными изобретениями Лодыгина.

И все же Эдисону надо отдать должное – благодаря вложенной им в модернизацию лампы огромной сумме денег, многочисленным экспериментам, нескольким новшествам, налаживанию по всему миру ее промышленного производства, рекламной кампании лампу Лодыгина стали называть лампочкой

Эдисона. Это, правда, не изменило сути дела. Ведь ее в свое время называли «лампой Козлова», «лампой Конна» (владельцы акций «Товарищества электрического освещения А.Н. Лодыгин и К°») – именами дельцов, но отнюдь не изобретателей, а в советское и вовсе «лампочкой Ильича».

Будем считать все это научно-техническим казусом, тем более что все-таки Лодыгин первым изобрел лампу накаливания, первым запатентовал ее в России и за рубежом и первым осветил учреждения и городские улицы – за 6 лет до аналогичных работ Эдисона.

Кстати, историки науки обратили внимание на тот факт, что природа будто нарочно произвела на свет трех человек в один год: в 1847-м – Яблочкова, Лодыгина и Эдисона – с тем, чтобы они могли на равных посоревноваться друг с другом.

*А.Н. Лодыгин*

В молодости Лодыгина бросало в разные, причем самые

новые, мало изученные области техники. В конце 1860-х гг. Александр одновременно занялся созданием летательного аппарата вертикального взлета – электролета (геликоптера, вертолета) и водолазного аппарата. Летательный аппарат, отвергнутый российским военным министерством, настолько заинтересовал французов, воевавших тогда с Пруссией, что они вызвали Лодыгина к себе. Увы, пруссаки победили, а мир, быть может, лишился великого изобретения. 40 лет спустя инженер вернулся к идее электролета, но и тогда она оказалась преждевременной и была использована много позднее. Проект автономного водолазного скафандра с применением газовой смеси, состоящей из водорода и кислорода, вырабатываемого из воды путем электролиза, предложенный изобретателем в 1871 г., фактически явился прообразом акваланга.

Но именно работы по электрооборудованию электролета для ночного освещения привели Лодыгина к созданию его главного детища. Начав свои опыты с исследования электрической дуги, инженер обратил внимание на то, что раскаленные концы угольных стержней светят ярче дуги, и тут же стал подыскивать материалы, которые при пропускании тока светились бы не только ярко, но и как можно дольше не перегорали. Остановился изобретатель на двух тонких стержнях из ретортного угля, помещаемых в стеклянный баллон, из которого насосом был откачан воздух. Первые лампочки светились желтоватым светом полчаса, новые модификации – один час, полтора, потом все дольше и дольше…

Впервые лампочку накаливания Лодыгин продемонстрировал для военных на полигоне Волково Поле в Петербурге в 1870 г.

В 1871–1872 гг. изобретатель провел несколько публичных показов электрического освещения лампами накаливания, запитанными от батарей либо от магнитоэлектрических машин переменного тока – в Технологическом институте и Адмиралтействе, в Галерной гавани и на Одесской улице Северной столицы. Этими акциями инженер показал не только самые широкие возможности использования нового освещения, но и возможность «дробить свет», то есть включать большое число источников света в цепь одного генератора электрического тока – эта задача считалась едва ли не самой трудновыполнимой в то время.

Еще два лодыгинских изобретения остались в лампе накаливания – это закрученная в форме спирали нить накаливания и наполнение лампочек инертным газом.

Тогда же Лодыгин подал заявку в Департамент торговли и мануфактур на «Способ и аппараты дешевого электрического

освещения», которая болталась по канцеляриям министерства больше двух лет.

В 1874 г. Александр Николаевич получил патент на свою лампу (привилегия № 1619 от 11 июля 1874 г.), после чего запатентовал изобретение в Австро-Венгрии, Испании, Португалии, Италии, Бельгии, Франции, Великобритании, Швеции, Саксонии, Индии и Австралии. В том же году Петербургская АН присвоила Лодыгину ежегодную Ломоносовскую премию.

До ума изобретатель довел свою лампочку после того, как перепробовал в качестве угольных стержней множество материалов. В 1893–1894 гг. Лодыгин получил американские патенты на лампы накаливания с нитью из вольфрама, молибдена и тантала и продемонстрировал новые источники света на Парижской выставке.

Относительная дешевизна ламп, простота их включения, компактность, отсутствие инерционности, малая зависимость параметров от температуры окружающей среды, достаточно высокая надежность и устойчивость к внешним механическим воздействиям и пр. обеспечили им зеленую улицу. И хотя сегодня изобретены другие, более совершенные и долговечные излучатели, лампы накаливания по-прежнему производят в громадных количествах, и они остаются одними из основных источников света.

А.Н. Лодыгина называли «русским Прометеем», «отцом электротермии», «кающимся дворянином». «Последнее определение говорит о глубокой внутренней порядочности и совестливости… Это же подтверждает и участие Лодыгина в народническом движении. Принято считать, что одним из двигателей его научных изысканий было стремление заменить лучины и керосиновые светильники на электрическое освещение в каждом русском доме и избе».

# ФОТОЭФФЕКТ СТОЛЕТОВА

*Физик, историк и популяризатор науки, философ, лектор, общественный деятель; профессор Московского университета; участник международных научных конгрессов; организатор первой в России учебно-исследовательской физической лаборатории при Московском университете; основатель и глава первой научной школы физиков; председатель физического отделения Общества любителей естествознания, кавалер золотой медали общества; директор физического отдела при Политехническом музее; член 8 русских и иностранных ученых обществ, почетный член Императорского университета Святого Владимира, Александр Григорьевич Столетов (1839–1896) является одним из основоположников русской физики. Наиболее важные работы были выполнены Столетовым в области фотоэффекта.*

А.Г. Столетов заложил основы русской физики своими трудами и научной школой, воспитавшей десятки выдающихся ученых: П.Н. Лебедева, Н.Е. Жуковского, С.А. Чаплыгина, А.П. Соколова, Б.В. Станкевича. Н.Н. Шиллера, В.С. Щегляева, П.А. Зилова и др.

Из фундаментальных исследований Столетова в области оптики, электромагнетизма и молекулярной физики выделим фотоэффект, работами по которому ученый вписал славную страницу в развитие отечественной физики. Изучению этого явления Столетов посвятил два года жизни (1888–1890). Эти исследования называли тогда актино-электрическими.

К этому времени русский физик был известен своими экспериментальными работами по электростатике и электромагнетизму. Изучая магнитные свойства железа, Столетов нашел зависимость магнитной восприимчивости железа от величины намагничивающего поля (докторская диссертация «Исследования функции намагничивания мягкого железа»). Определяя свойства ферромагнетиков, ученый получил кривую магнитной проницаемости, названную его именем. Исследователь предложил два классических метода магнитных измерений веществ – метод тороида с замкнутой магнитной цепью и баллистическое измерение намагниченности. О своих исследованиях по определению коэффициентов пропорциональности между электростатическими и электромагнитными единицами Столетов доложил на I Всемирном конгрессе электриков в Париже (1881), чем способствовал утверждению электромагнитной теории света. На этом конгрессе по предложению русского ученого была

утверждена единица электрического сопротивления – Ом, а также эталон сопротивления, то есть был сделан первый шаг к созданию системы единиц электрических измерений. Предложенные Столетовым теория намагничивания и методы испытаний магнитных свойств железа стали импульсом для развития электротехники в мире.

*Памятник А.Г. Столетову у физфака МГУ. Скульптор С.И. Селиханов*

Внешний фотоэффект – явление испускания электронов веществом под действием света открыл немецкий физик Г. Герц в 1887 г. Облучая один из двух металлических шаров разрядника

для излучения электромагнитных волн ультрафиолетовыми лучами, Герц зафиксировал усиление электрического разряда между шарами.

В это же самое время изучением данного явления занимались независимо друг от друга сразу несколько ученых. Немецкий физик В. Гальвакс наблюдал, как заряжается положительно облученная ультрафиолетовым светом металлическая пластинка, итальянский исследователь А. Риги установил возможность фотоэффекта в металлах и в диэлектриках. Русский ученый А.Г. Столетов впервые провел всесторонние экспериментальные исследования и определил природу и основные закономерности этого явления, предложил количественные методы исследования фотоэффекта и фотоэлектрического контроля интенсивности света.

В своих опытах Столетов хотел выяснить, какое количество фотоэлектронов (он называл их зарядами) вырывается с поверхности вещества, от чего зависит их число и чему равна их кинетическая энергия. Ученый помещал в вакуумированный стеклянный баллон сетчатый конденсатор (металлическую сетку – анод и плоский цинковый диск – катод). Катод, подсоединенный к отрицательному полюсу батареи, облучался ультрафиолетовым излучением от вольтовой дуги через специальное кварцевое окошко. На электроды подавалось напряжение, изменяемое потенциометром.

Под действием света катод испускал отрицательно заряженные частицы (ими оказались электроны), вследствие чего в электрической цепи возникал электрический ток, измеряемый гальванометром. В результате тщательных экспериментов Столетов установил, что при малых напряжениях до анода долетает лишь часть вырванных светом отрицательных частиц, а при увеличении напряжения (и при неизменной интенсивности излучения) сила тока растет. Физик определил также, что при определенной разности потенциалов фототок достигает своего максимума и дальше не растет – выходит на насыщение. Затем ученый установил фактическую безынерционность фотоэффекта, то есть одновременность освещения металла и выхода из него электронов с незначительным запаздыванием фототока в 10–9 с. Изготовив первый фотоэлемент, Столетов обнаружил понижение его чувствительности со временем – т. н. фотоэлектрическое утомление; установил, что фототок возрастал при зачистке поверхности катода и повышении его температуры.

После серии тщательных экспериментов Столетов вывел первый закон фотоэффекта, заключающийся в пропорциональности силы фототока (в том числе фототока

насыщения) из металла от интенсивности освещения. Физиком были сформулированы еще два закона фотоэффекта: об уменьшении максимальной скорости электронов с ростом длины волны света и о «красной границе фотоэффекта» – критической длине волны, индивидуальной для каждого металла, с превышением которой фотоэффект прекращается.

Полученные Столетовым зависимости нельзя было объяснить с классических позиций. Позднее английским физиком Дж. Томпсоном и немецким Ф. Ленардом было доказано, что при фотоэффекте свет выбивает из вещества электроны (1899), а двумя другими немецкими физиками была объяснена квантовая (фотонная) природа света (М. Планк, 1900) и создана теория фотоэффекта (А. Эйнштейн, 1905).

Закономерности, открытые Столетовым, легли в основу современной теории электрического разряда в газах, разработанную Дж. Таунсендом. Английский физик ввел в мировую научную литературу термин «эффект Столетова».

Фотоэффект нашел широчайшее применение в технике. Вакуумная установка русского ученого стала прототипом электронной лампы. На явлении фотоэффекта основано действие фотоэлементов, используемых для механизации и автоматизации технологических и контрольных процессов; для освещения улиц; в робототехнике; в рентгеновских аппаратах; в фотометрии для измерения силы света, яркости и освещенности; в кино и телевидении для воспроизведения звука (фонограмм); в фототелеграфах и фототелефонах. Фотоэлементы применяют в турникетах метро, в источниках тока в часах и микрокалькуляторах, в солнечных батареях на искусственных спутниках Земли, межпланетных и орбитальных автоматических станциях, в динамомашинах, в ЭВМ.

«В своих публичных выступлениях Столетов непременно рассказывал о достижениях науки, об использовании ее в практических целях. “Было время, когда физика только что складывалась… С тех пор наука росла быстро и стала творить чудеса: не ограничиваясь расширением умственного горизонта, она подарила человеку на первых же порах и паровоз, и телеграф, и гальванопластику, и фотографию». Добавим к этому: фотоэффект и фотоэлементы.

# ДАВЛЕНИЕ СВЕТА П.Н. ЛЕБЕДЕВА

*Основатель первой русской научной школы физиков, член-корреспондент Российской АН, почетный член Британского Королевского института, профессор Московского университета, Петр Николаевич Лебедев (1866–1912) в историю естествознания вошел как непревзойденный экспериментатор, решивший ряд труднейших проблем современной физики. Главным трудом ученого, количественно подтвердившим электромагнитную теорию света Дж. К. Максвелла и заложившим фундамент успешного решения многих физических проблем XX в., стало открытое и измеренное им давление света на твердые тела (1900) и газы (1908).*

Небезызвестный в кругу физиков Остап Бендер в житейской суете постоянно ощущал на себе давление атмосферного столба. А вот давления света этот тонкий лирик не замечал, хотя оно в ту пору было хорошо известно не только в научных, но и в литературных кругах. Впрочем, ничего странного в том не было, так как по сравнению с атмосферным световое давление солнечных лучей на земной поверхности в миллиарды раз меньше. Первым же это давление обнаружил русский физик Петр Николаевич Лебедев на своих сверхминиатюрных установках, которым позавидовал бы сам левша.

*П.Н. Лебедев. Гравюра XIX в.*

К своему открытию Лебедев пришел в молодые годы в Страсбурге, где он занимался двумя научными проблемами. Одна из них стала диссертацией – «Об измерении диэлектрических постоянных паров и о теории диэлектриков Моссотти-Клаузиуса», за которую ученый получил степень доктора философии (1891), а вторая – разработка теории кометных хвостов – оказалась непосредственно связанной с делом всей его жизни – измерением давления света.

Отклонения от Солнца кометных хвостов интересовали еще Кеплера и Ньютона. Позднее ученые объясняли это явление тепловыми и другими процессами, но о давлении света не шло речи до середины XIX в., пока английский физик Дж. К. Максвелл в своей электромагнитной теории света не указал на его величину, столь микроскопическую, что подтвердить ее в опыте не было никакой технической возможности. Разнообразные

эксперименты физиков на протяжении десятилетий заканчивались ничем, и только в 1888 г. немецкий ученый Г. Герц доказал, что электромагнитные колебания материальны и распространяются в пространстве без каких-либо проводов со скоростью света.

Принадлежа к числу сторонников теории электромагнетизма, Лебедев в небольшой заметке «Об отталкивательной силе лучеиспускающих тел» (1891) причину отклонения кометных хвостов объяснил тем, что «отталкивательная сила светового давления» превосходит ньютоновское притяжение. Мало кто из естествоиспытателей предполагал тогда, что эта работа станет этапной не только для автора статьи, но и для астрофизики и физики в целом. Лебедев же, убежденный, что он сделал «очень важное открытие в теории движения светил», поставил себе задачу – определить величину давления света на тела.

Приняв после защиты диссертации приглашение профессора А.Г. Столетова, Лебедев поступил лаборантом на кафедру физики Московского университета и за 10 лет сделал удивительную научную карьеру.

С большим трудом устроив собственную лабораторию, ученый провел сложнейшие эксперименты, которые историки науки любят сравнивать со «световой вертушкой Крукса». Под стеклянный колпак английский физик помещал крохотный пропеллер, и когда рядом включали лампу, пропеллер под воздействием света начинал безостановочно вращаться – якобы из-за теплового воздействия световых лучей на его лопасти. Этой «забавой» занимались многие физики, предварительно откачивая воздух из-под колпака, но каждый раз его остаточное давление значительно превышало силу светового давления. Лебедев для экспериментов сам конструировал установки и приборы. Надо сказать, что Петр Николаевич был кудесником по части их миниатюризации. Так, например, взяв для исследования преломления электромагнитных волн за образец 600-килограммовую призму Герца, Лебедев изготовил эбонитовую призму весом всего 2 г!

В чем же состояли трудности экспериментов? Для определения светового давления на тело Лебедев создал крутильные весы – систему платиновых сверхтонких и сверхлегких дисков на закручивающемся подвесе. Точности измерений препятствовали помехи. Не объясняя физики процессов, укажем лишь, что надо было избавиться от конвекционных потоков газа под колпаком и от неодинакового нагрева двух сторон дисков при падении на них света, вследствие чего возникал дополнительный крутящий момент. Петр

Николаевич с этими препятствиями справился блестяще. В качестве примера взять хотя бы его остроумное решение по созданию в стеклянном баллоне, где размещались крутильные весы, нужного разрежения воздуха. В баллоне Лебедев помещал каплю ртути и слегка подогревал ее. Ртутные пары вытесняли воздух, откачиваемый насосом. А после этого температура в баллоне понижалась, и остаточное давление достигало величин на два порядка меньших, чем в установках других экспериментаторов.

На рубеже XIX–XX вв. развитие физики требовало нового взгляда на ее основы. В преддверии мировых потрясений естествознанию нужен был мощный рывок. И многие ученые надеялись получить его, развивая электромагнитную теорию Максвелла. Интерес к этой проблеме был настолько велик, что когда Лебедев сделал доклад о своих экспериментах на Первом Международном конгрессе физиков в Париже (1900) и опубликовал в немецком журнале «Анналы физики» (1901) работу «Опытное исследование светового давления», как стал тут же знаменит – даже в салонах, где его открытие со знанием дела обсуждали дамы света.

Господа же ученые считали полученный Лебедевым результат «одним из важнейших достижений физики за последние годы», а самого физика – самым «искусным экспериментатором» того времени. Законодатель науки У. Томсон (лорд Кельвин) – ярый противник Максвелла – «вынужден был сдаться перед опытами» Лебедева и признать электромагнитную теорию света. Из открытия русского физика следовало, что электромагнитные волны обладают массой *(m)* и механическим импульсом *(p),* а электромагнитное поле наравне с формой вещества является формой материи и его энергия *(E)* выражается формулой:

...

$$E = pv = mv \cdot v,$$

где $v$ – скорость света.

Лебедеву без защиты магистерской диссертации (редчайший случай в университетской практике!) присудили степень доктора наук, премию АН и избрали членом-корреспондентом АН. В 1901 г. новоиспеченному профессору дали кафедру в Московском университете.

Продолжив свои изыскания по световому давлению на газы, которое было во много раз меньше, чем на твердые тела (в связи с

чем и сложность эксперимента возросла на порядок), Лебедев успешно разрешил трудности теоретического и экспериментального характера и о полученных результатах впервые сообщил в «Анналах физики» в 1910 г.

Новые опыты Лебедева были встречены мировой физической общественностью с восторгом. Британский Королевский институт избрал Лебедева своим почетным членом. В 1912 г. Лебедев был назван кандидатом на Нобелевскую премию, но, увы, повторилась история с Д.И. Менделеевым. Петр Николаевич скоропостижно скончался в возрасте 46 лет – во многом из-за серьезной драмы в его карьере ученого.

В 1911 г. Лебедев вместе с ректором и рядом других профессоров оставил Московский университет в знак протеста против действий министра просвещения Л.А. Кассо, направленных на ограничение автономии университета. На частные пожертвования в наемном помещении была организована физическая лаборатория, куда и перешел Лебедев со своими 30 учениками, многие из которых – П.П. Лазарев, С.И. Вавилов, В.К. Аркадьев, Т.П. Кравец и др. – стали всемирно известными учеными, а сама лаборатория – прообразом коллективной научной работы XX в.

Продолжать свои уникальные эксперименты на новом месте Лебедеву было очень сложно. Институт Нобеля в Стокгольме дважды приглашал физика на должность директора лаборатории, но он остался верен своим ученикам.

Все это привело к трагическому концу. Всей России стали известны слова физиолога И.П. Павлова: «Когда же Россия научится беречь своих выдающихся сынов – истинную опору Отечества?»

Опыты Лебедева открыли столбовую дорогу физикам, давшим миру квантовую и гравитационную теории, физику элементарных частиц и Вселенной. Главное уравнение теории относительности воспроизводило формулу русского ученого с той лишь разницей, что скорость света была обозначена не буквой $v$ , а *c: E = mc2* .

В середине XX в. были созданы атомная и водородная бомбы, в которых использовано именно давление света, но уже чудовищной величины. Пришла новая эпоха, поставившая перед физикой не только задачи созидания, а больше – разрушения.

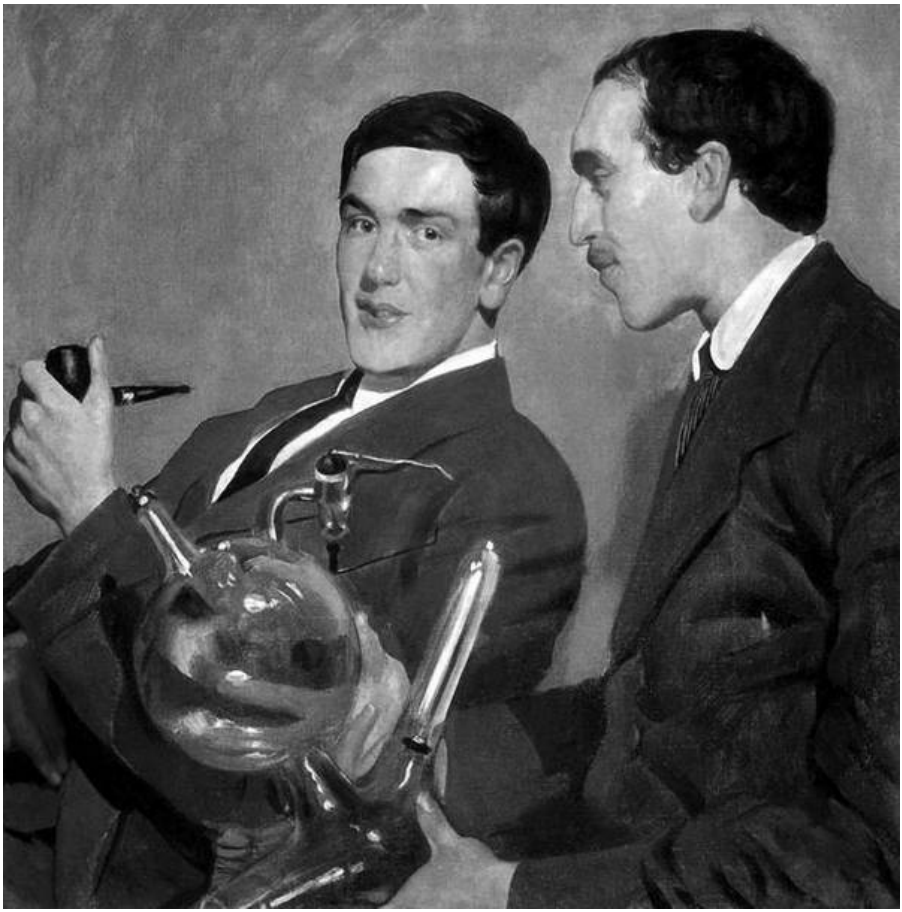
У Лебедева не много работ, посвященных другим аспектам физики, но все они вошли в историю науки. Так, в 1895 г. он создал тончайшую установку для генерирования и приема электромагнитного излучения с длиной волны 6 и 4 мм, исследовал на ней отражение, преломление, поляризацию,

интерференцию этих волн и другие явления. Ученый глубоко интересовался проблемами астрофизики, активно работал в Международном союзе по исследованию Солнца, написал ряд статей о кажущейся дисперсии межзвездной среды. В последние годы жизни его внимание привлекла проблема ультразвука. Исследовал физик также роль вращения Земли в возникновении земного магнетизма. Принцип термоэлемента в вакууме, выдвинутый Лебедевым, ныне нашел широкое применение в военной технике.

# НИЗКИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ КАПИЦЫ

*Физик, пропагандист и организатор науки, общественный деятель; почетный доктор 11 ведущих университетов мира; профессор-исследователь Лондонского Королевского общества, профессор МГУ; один из организаторов МФТИ, профессор и завкафедрой физики и техники низких температур МФТИ; академик, член Президиума АН СССР, член совета Тринити-колледжа, Лондонского Королевского и 30 других зарубежных академий наук и научных обществ; заместитель директора Кавендишской лаборатории по магнитным исследованиям, руководитель лаборатории им. Монда Королевского общества, директор Институт физических проблем в Москве; главный редактор «Журнала экспериментальной и теоретической физики»; член Советского комитета Пагуошского движения за мир и разоружение; лауреат Премии им. Дж. Максвелла, двух Сталинских премий, Нобелевской премии по физике; кавалер 6 орденов Ленина, ордена Трудового Красного Знамени, Большой золотой медали им. М.В. Ломоносова, золотых медалей М. Фарадея, Б. Франклина, Н. Бора, Э. Резерфорда, Х. Камерлинг-Оннеса и др. наград; дважды Герой Социалистического Труда, Петр Леонидович Капица (1894–1984) является крупнейшим физиком-экспериментатором, внесшим значительный вклад в развитие физики магнитных явлений, квантовой физики конденсированного состояния, электроники и физики плазмы. Имя Капицы неразрывно связано с развитием физики и техники низких температур и открытием сверхтекучести гелия.*

Главным отличительным свойством Капицы, «собравшего» за жизнь много больше других советских ученых всевозможных международных наград и почетных званий, было завидное сочетание в нем ученого и инженера. Он стал одним из первых деятелей науки, усиленно внедрявшим все свои достижения в народное хозяйство. В данном случае слово «внедрявшего» не совсем верно отражает суть – все открытия и изобретения ученого сами ложились в русло научно-технического прогресса, ставшего основой мощи СССР.



*П.Л. Капица и Н.Н. Семенов. Художник Б.М. Кустодиев*

Исследования Капицы условно можно разделить на две большие, равные по их научному вкладу области: физику низких температур, которой ученый занимался в 1920–1945 гг., и физику высокотемпературной плазмы и управляемого термоядерного синтеза, ставших предметом его изучения в послевоенный период. Ограничимся рассказом о научных достижениях Капицы в физике низких температур.

В 1921 г. ученый был командирован в Англию, где он работал в Кембриджском университете у Э. Резерфорда, а заодно занимался приобретением оборудования для научных учреждений России. В Кембридже Капица занялся экспериментальными исследованиями в области физики низких температур, создал метод получения сверхсильных магнитных полей, в 6–7 раз превосходивших все прежние, соответствующую технику. Благодаря короткому импульсу разряда (0,01 с) оборудование не перегревалось и не разрушалось.

Для достижения необходимого диапазона низких температур требовалось большое количество сжиженных газов. С этой целью

ученый разработал несколько принципиально новых холодильных машин (например, в 1932 г. ожижитель водорода), самой знаменитой из которых стала установка для адиабатического охлаждения гелия при температуре около 4,3 °К, с небывало высокой производительностью – 2 л жидкого гелия в час (1934). Капице удалось решить сложнейшие технические задачи, связанные не только с производительностью, но и с заменой предварительного охлаждения гелия жидким водородом на охлаждение его в специальном расширительном детандере, с проблемой замерзания смазки движущихся частей при низких температурах – для этого физик использовал сам жидкий гелий. Все изготовляемые ныне ожижители гелия создаются по модели Капицы.

В СССР Капица продолжил свои исследования с жидким гелием, для чего советское правительство закупило у Резерфорда все необходимое оборудование. Спроектировав несколько установок для сжижения еще и других газов, ученый в 1938 г. создал эффективную турбину, на которой обнаружил необычайное уменьшение вязкости и одновременное увеличение теплопроводности жидкого гелия (гелия-2) при охлаждении до температуры ниже критической – 2,17 °К.

Результаты своих исследований Капица опубликовал в британском журнале «Нейче»; новое явление назвал сверхтекучестью. «При переходе тепла от твердого тела к жидкому гелию на границе раздела возникает скачок температуры, получивший название скачка Капицы; величина этого скачка очень резко растет с понижением температуры». Это фундаментальное открытие положило начало развитию нового направления в физике – квантовой физике конденсированного состояния, для чего пришлось ввести новые квантовые представления – т. н. элементарные возбуждения, или квазичастицы.

В 1939 г. ученый построил установку низкого давления для промышленного получения кислорода из воздуха. В ней Капица использовал принципиально новый метод сжижения воздуха с помощью цикла низкого давления, осуществляемого в высокоэффективном радиальном турбодетандере с КПД 80–85 % (сегодня 86–92 %).

С начала 1940-х гг. во всем мире крупные установки разделения воздуха для получения кислорода, азота и инертных газов использовали предложенный русским физиком цикл низкого давления. Надо ли говорить что-либо еще о вкладе ученого в развитие нашей (да и не только нашей) промышленности, если половину получаемого кислорода (а это

не менее 100 млрд кубометров в год!) используется в черной и цветной металлургии, не говоря о химической, пищевой промышленности, в медицине, ракетной технике и т. д.

Во время Великой Отечественной войны Капица внедрял в промышленное производство разработанные им кислородные установки. В 1943 г. ученый запустил в Институте физических проблем опытный завод. Тогда же он был назначен начальником Главного управления кислородной промышленности при СНК СССР (Главкислород).

За эту работу и за открытие сверхтекучести гелия физику были присуждены две Сталинские премии I степени. В 1978 г. Капица стал лауреатом Нобелевской премии по физике за «фундаментальные изобретения и открытия в области физики низких температур» (совместно с А.А. Пензиасом и Р.В. Вильсоном).

«Петр Леонидович принадлежит к числу самых ярких людей, оказавших влияние на глубинное развитие советской физики. Это влияние нашло отражение не только в полученных научных результатах, но и в создании духа объективного познания истины. Жаль, что такие люди появляются редко» (Академик Ю.А. Осипьян).

# ИЗЛУЧЕНИЕ ВАВИЛОВА – ЧЕРЕНКОВА

*Физики, доктора физико-математических наук, профессора, академики АН СССР, руководители научных коллективов, лауреаты Сталинских (Государственных) премий, кавалеры высших наград страны, в том числе орденов Ленина и Трудового Красного Знамени, Сергей Иванович Вавилов (1891–1951) и Павел Алексеевич Черенков (1904–1990) являются авторами открытия эффекта Вавилова – Черенкова (1934), а Игорь Евгеньевич Тамм (1895–1971) и Илья Михайлович Франк (1908–1990) – авторами теории, описавшей данный эффект (1937). За открытие и объяснение этого явления все четверо ученых были удостоены в 1946 г. Сталинской премии I степени, а в 1958 г. П.А. Черенков, И.Е. Тамм и И.М. Франк получили Нобелевскую премию по физике.*

Эффект Вавилова – Черенкова был обнаружен случайно, хотя открытие оказалось закономерным развитием работ академика С.И. Вавилова по исследованию свечения и природы света, в частности люминесценции, ставшей темой кандидатской диссертации аспиранта Вавилова – П.А. Черенкова.

*П.А. Черенков*

Занимаясь исследованиями люминесценции растворов ураниловых солей при облучении их гамма-квантами от радиоактивного радиевого источника, аспирант обратил внимание на голубоватое свечение стеклянного стаканчика с серной кислотой. Заменив кислоту другими прозрачными жидкостями, ученый столкнулся с необъяснимым эффектом – самые разные жидкости светились с равной интенсивностью, что указывало на что угодно, только не на люминесценцию. Это непрошеное свечение весьма отвлекало аспиранта от главного предмета его исследований. Черенков удалял примеси – скрытые источники флуоресценции, уменьшал яркость флуоресценции нагреванием и добавлением йодистого калия, нитрата серебра, но голубое свечение оставалось неизменным. К тому же физик обнаружил, что свечение поляризовано параллельно, а не перпендикулярно направлению падающих гамма-лучей, как

должно было быть при флуоресценции.

Аспирант продемонстрировал обнаруженный им эффект своему руководителю. Вавилов – крупнейший в мире специалист по люминесценции заинтересовался этим явлением. Было известно, что оно уже отмечалось другими физиками, в частности Марией и Пьером Кюри, посчитавшими свечение проявлением люминесценции.

Убедившись, что яркость свечения действительно практически не зависит от химического состава жидкости (двойного дистиллята или раствора), и что по измеренным Черенковым характеристикам оно не имеет никакого отношения к люминесценции, Вавилов предположил, что свет излучают быстрые электроны, образующиеся в растворе под действием гамма-лучей. При этом излучение возникает практически мгновенно с началом движения и исчезает сразу же после прохождения электрона. Дав первое теоретическое объяснение открытого его учеником эффекта, академик инициировал продолжение работ в этом направлении.

Надо сказать, что в то время (начало 1930-х гг.) самым надежным оптическим прибором, фиксировавшим все нюансы свечения, был человеческий глаз. Да и вообще все физические опыты за неимением адекватной приборной базы были предельно просты. «В большей части экспериментов применялся разработанный Вавиловым с учениками метод использования человеческого глаза для количественных измерений световых потоков по порогу зрения» (Б.Б. Говорков).

По воспоминаниям Е.П. Черенковой, дочери Павла Алексеевича, отец часами сидел в подвале, привыкая к темноте и приучая свои глаза к отлову фотонов, после чего приступал к экспериментам. Говорят, Черенков умудрялся замечать даже одну частицу света!

Результаты наблюдений Черенков изложил в статье, опубликованной в 1934 г. в «Докладах Академии наук», – «Видимое свечение чистых жидкостей под действием $\gamma$-радиации», там же была помещена и теоретическая работа С.И. Вавилова – «О возможных причинах синего $\gamma$-свечения жидкостей». Через некоторое время черенковскую статью поместили в журнале «The Physical Review» (США).

Как директор ФИАНа (Физического института им. П.Н. Лебедева АН СССР), Вавилов предложил своим сотрудникам И.М. Франку и И.Е. Тамму заняться теоретическими аспектами «таинственного излучения» и порекомендовал им соответствующую литературу.

За несколько лет экспериментов Черенков накопил

достаточно результатов, чтобы их можно было заключить в русло некоей теории. Франк и Тамм на основе классической электродинамики создали теорию излучения, главным пунктом которой было предположение, что быстрые электроны летят равномерно и прямолинейно со скоростью, превышающей скорость света в данной среде, и при этом испускают электромагнитные волны. (Как известно, в воде или в стекле скорость света существенно уменьшается из-за столкновения фотонов с атомами вещества.) Теория базировалась на т. н. эффекте Комптона, когда при гамма-облучении из атомов среды вылетают электроны, поглотившие гамма-кванты.

Все установленные Черенковым свойства излучения: его универсальность, спектр, поляризация, устремленность в узком конусе с осью в направлении траектории гамма-лучей – описывались соответствующими формулами и определениями, учитывающими дисперсию, то есть зависимость показателя преломления среды от частоты испускаемого света.

Теория была количественно подтверждена экспериментами Черенкова (продолжавшимися до 1944 г.) и ряда зарубежных ученых. Эффект свечения был обнаружен и при взаимодействии с веществом других заряженных частиц: мезонов, протонов и др. Статья Тамма и Франка в «Докладах Академии наук» «Когерентное излучение быстрого электрона в среде» (1937) поставила точку в объяснении эффекта Вавилова – Черенкова.

Интерпретаторы этого эффекта, свойственного не только жидкостям, но и твердым телам, любят сравнивать его с «оптическим эквивалентом ударной волны, которую вызывает в атмосфере сверхзвуковой самолет, преодолевая звуковой барьер», либо с волной, возникающей при движении лодки со скоростью, превышающей скорость распространения волн в воде.

Воспринятое маститыми коллегами физиков поначалу с недоверием и даже с издевками (у Черенкова, например, интересовались, а не пробовал ли он изучать свечение в шляпе, и вообще подозревали в спиритизме), открытие в конце концов обрело мировое признание, причем абсолютное, если считать присуждение Нобелевской премии (1958) таковым.

Кстати, за 6 лет до этого, в 1952 г., кандидатуру Черенкова на присуждение ему Нобелевской премии предлагал профессор Л. Розенфельд (Англия), который не смог тогда представить тексты работ советского физика.

Дальнейшее развитие теория излучения Вавилова – Черенкова получила в работах Тамма и Франка, В.Л. Гинзбурга (разработка квантовой теории этого излучения), Б.М. Болотовского, В.П. Зрелова, Г.А. Аскарьяна и других

отечественных, а также зарубежных ученых.

«Выяснилась… связь между этим явлением и другими проблемами, как, например, связь с физикой плазмы, астрофизикой, проблемой генерирования радиоволн и проблемой ускорения частиц». (Черенков П.А., Тамм И.Е., Франк И.М. Нобелевские лекции. М., 1960.)

Какое-то время новому излучению придавали только фундаментальное значение, хотя Черенков и предложил измерять с его помощью скорость частиц высоких энергий по порогу излучения. Поскольку излучение расходится конусом вокруг траектории движения частицы, Павел Алексеевич предлагал определять угол при вершине конуса, который зависит от скорости частицы и от фазовой скорости света, а затем по величине этого угла рассчитывать скорость частицы.

В дальнейшем это привело к созданию серии счетчиков (детекторов), названных именем первооткрывателя (существует даже такой термин «черенкатор»), для измерения скорости единичных высокоскоростных частиц в ускорителях, в космических лучах, для контроля работы ядерных реакторов и т. п. При этом счетчики Черенкова позволяют выделять частицы с высокими скоростями и различать две частицы, поступающие почти одновременно, определять их массу и энергию. Этот детектор использовался при открытии антипротона, антинейтрона и других элементарных частиц.

По мнению специалистов, благодаря этим счетчикам элементарных частиц имя Черенкова «стало едва ли не самым часто упоминаемым в работах по экспериментальной физике».

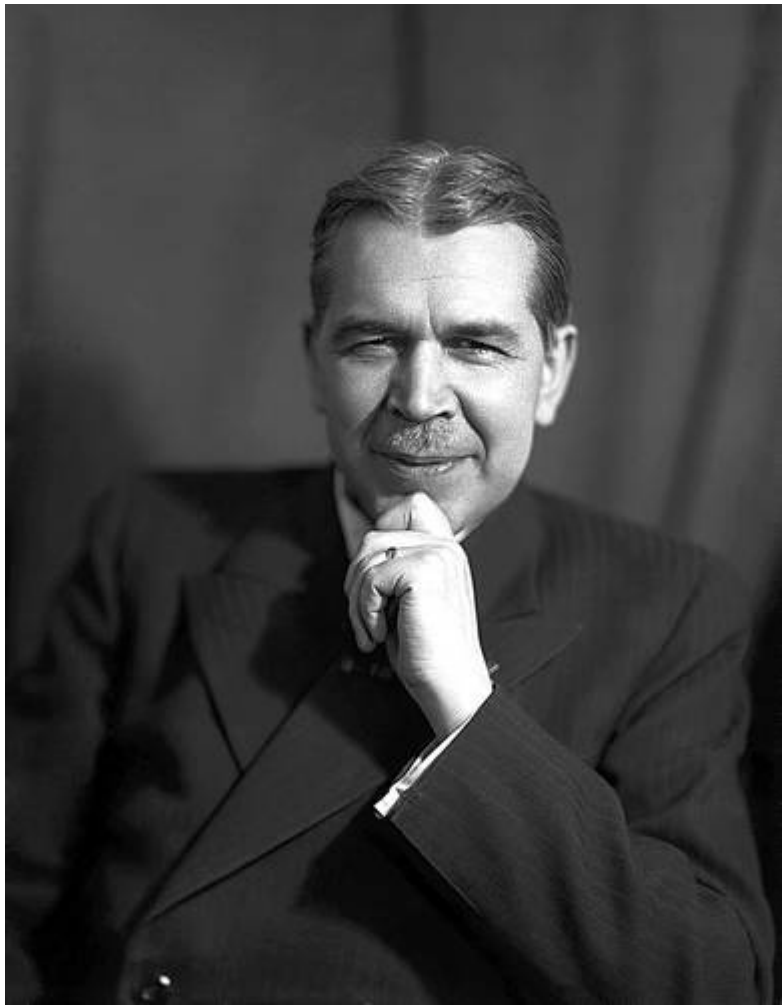
«Очень интересно отношение к своим открытиям самого Черенкова. Во время одного из заседаний… конференции, где в каждом докладе звучало его имя: черенковские счетчики, черенковские спектрометры, излучение Вавилова – Черенкова и т. д., Павел Алексеевич наклонился ко мне и тихо сказал на ухо: “Борис Борисович, вы знаете, мне все время кажется, что все это относится не ко мне. Что где-то, когда-то жил другой Черенков, вот о нем все и говорят”» (Б.Б. Говорков).

# ОПТИКА СЕРГЕЯ ВАВИЛОВА

*Физик, один из лучших учеников П.Н. Лебедева, государственный и общественный деятель, историк и популяризатор науки, переводчик научной литературы (ученый в совершенстве владел пятью языками), публицист, книголюб-коллекционер, организатор и первый директор Физического института им. П.Н. Лебедева, научный руководитель Государственного оптического института, уполномоченный Государственного Комитета Обороны – чрезвычайного высшего государственного органа в годы Великой Отечественной войны, первый председатель общества «Знание», главный редактор журналов «Природа» и «Наука и жизнь», а также Большой советской энциклопедии, депутат Верховного Совета РСФСР и СССР нескольких созывов; лауреат четырех Сталинских премий СССР, академик АН СССР, президент АН СССР, Сергей Иванович Вавилов (1891–1951) является одним из основателей российской научной школы физической оптики, основоположником исследований люминесценции, микрооптики и нелинейной оптики, автором эффекта Вавилова – Черенкова, создателем отечественной оптико-механической промышленности.*

Инициатор знаменитых популярных серий «Классики науки», «Биографии», «Мемуары», Вавилов и сам написал немало произведений по философии и истории естествознания, из которых мировую известность получили его книга «Глаз и Солнце», которой зачитывались несколько поколений детей и взрослых, включая самых маститых ученых, и научная биография «Исаак Ньютон». В Англии на празднествах в честь 300-летия со дня рождения Ньютона (1946), отложенных на три года из-за войны, чуть ли не центральной темой торжеств стал доклад Вавилова «Атомизм И. Ньютона». Это неудивительно, так как Сергей Иванович с младых лет был поклонником творчества английского физика и одним из лучших его знатоков. Удивительно другое – как Вавилову при его немыслимой занятости хватало времени и сил еще и на популяризацию науки! А ведь благодаря ей (этой популяризации) десятки тысяч молодых людей устремились тогда в физику. С такой же энергией ученый занимался не только «физикой», но и «лирикой». В Пушкинских Горах (Псковская обл.), например, он содействовал восстановлению Музея-заповедника А.С. Пушкина. О загруженности Вавилова самыми разными делами, причем самого высокого уровня, можно судить хотя бы по преамбуле этого очерка. Но и в ней сказано далеко не все. Возьмем одно только

его президентство в АН СССР. Представьте хотя бы на минуту то время, когда Вавилов возглавлял академию: 1945–1951 гг. После четырех лет войны страна разрушена; надо поднимать хозяйство, организовывать науку, готовить научные кадры. Во многом заслугой именно президента академии стало учреждение в союзных республиках ее филиалов и академических институтов. Одновременно восстанавливались уничтоженные во время войны обсерватории и лаборатории, реорганизовывались уцелевшие. Под жестким контролем Л.П. Берии осуществлялись предписанные И.В. Сталиным грандиозные фундаментальные исследования, позволившие СССР вскоре занять ведущие мировые позиции в ядерной энергетике, ракетостроении и космонавтике, самолетостроении, обороне страны. Изучались вопросы внутреннего строения вещества, проблемы элементарных частиц, строения ядер химических атомов и молекул, кристаллов и жидкостей, физики атомного ядра и космических лучей. Обосновывая первый послевоенный пятилетний план научно-исследовательских работ академии на 1946–1950 гг., Вавилов указал, что именно «здесь узел интереснейших теоретических проблем и, вероятно, главная основа будущей техники». Надо ли говорить, насколько прозорливым оказался ученый.



*С.И. Вавилов*

И еще один штрих. В этой круговерти Вавилов как президент АН оказывал материальную помощь всем нуждавшимся в ней. Кандидатуры у него были расписаны по личным поступлениям – академическому, депутатскому и др.

Без натяжки можно сказать, что работал ученый круглосуточно. Днями – на службе, а ночами писал свои труды, вычитывал и правил рукописи учеников… Если ему и выпадало время на отдых, он его даром не терял. Так, например, в 1950 г. в отпуске на даче Сергей Иванович написал книгу «Микроструктура света». (О ней будет сказано особо.)

Но обратимся к научным достижениям академика – прежде всего в оптике. Первым стало изучение Вавиловым явления люминесценция – нетеплового свечения вещества, происходящего после поглощения им энергии возбуждения. Свечение было известно еще с XVIII в., но каноническое определение ему дал

Вавилов в 1948 г.: «Будем называть люминесценцией избыток над температурным излучением тела в том случае, если это избыточное излучение обладает конечной длительностью примерно 10–10 секунд и больше».

До этого физик более 20 лет исследовал свечение и природу света вообще, сделал несколько открытий, что вывело его в число самых признанных авторитетов по вопросам флюоресценции и фосфоресценции в мире. С одинаковым рвением занимался ученый как теоретическими вопросами превращения световой энергии, так и техническим воплощением своих открытий, причем наиболее экономичным образом.

Описав сложнейший механизм передачи энергии между частицами вещества и создав теорию процессов свечения, Вавилов в 1938–1941 гг. разработал технологию производства ламп с люминесцирующими составами, ламп т. н. дневного, или холодного, света, намного превосходящих по своим экономическим и светотехническим показателям обычные лампы накаливания. «За разработку люминесцентных ламп» в 1951 г. коллективу ученых, которым руководил Вавилов, была присуждена Сталинская премия СССР.

Люминесцентный анализ Вавилова нашел широкое применение в промышленности и сельском хозяйстве, в медицине и криминалистике, в быту. Люминесценция и ее продукты везде – в электронных приборах, осциллографах, телевизорах, локаторах, лазерах, дефектоскопах, даже на дорожных знаках. Она позволяет исследовать спектр энергетического состояния вещества, пространственную структуру молекул, процессы миграции энергии…

Открытое в 1934 г. аспирантом Вавилова П.А. Черенковым слабое голубое свечение растворов урановых солей под воздействием гамма-излучения получило мировое признание. Изучив это новое оптическое явление, Вавилов пришел к выводу, что оно представляет собою особый, нелюминесцентный, вид свечения, обусловленный движением в веществе быстрых электронов со скоростью, превышающей скорость света в данной среде. Теоретическое объяснение явления было дано И.Е. Таммом и И.М. Франком в 1937 г. Научное открытие получило название «эффект Вавилова – Черенкова». В 1946 г. за эту работу Вавилову, Черенкову, Тамму и Франку вручили Сталинскую премию СССР I степени. В 1958 г. за открытие и объяснение этого явления Черенков, Франк и Тамм были удостоены Нобелевской премии. В Нобелевской лекции Тамм подчеркнул «определяющую роль покойного С.И. Вавилова в открытии этого излучения».

«Черенковское» свечение ныне широко используется в физике

высоких энергий для регистрации релятивистских частиц и определения их скоростей, для контроля работы ядерных реакторов и т. п.

Обобщив результаты своих многолетних работ в различных областях физической оптики, Вавилов в книге «Микроструктура света» дал решение наиболее общих и принципиальных вопросов оптики, а также заложил основы нового направления в оптике, названного им микрооптикой. В монографии с единой микрооптической точки зрения автор рассмотрел квантовые свойства света, природу элементарных излучателей, взаимодействия излучающих и поглощающих молекул на расстояниях, сравнимых с длиной световой волны и пр.

«Основная идея “Микроструктуры света” заключается в том, что привычные представления оптики, характеризующей источники света и световые потоки их энергией, спектром и состоянием поляризации, оказываются недостаточными при переходе к исчезающе малым мощностям световых потоков, при рассмотрении элементарных излучающих систем и развития процесса излучения во времени. Своеобразные явления, наблюдаемые при этом, образуют специфическую область оптики элементарных процессов – “микрооптику”» (П.П. Феофилов).

За эту монографию и за книгу «Глаз и Солнце» в 1952 г. Вавилов был удостоен (посмертно) Сталинской премии I степени.

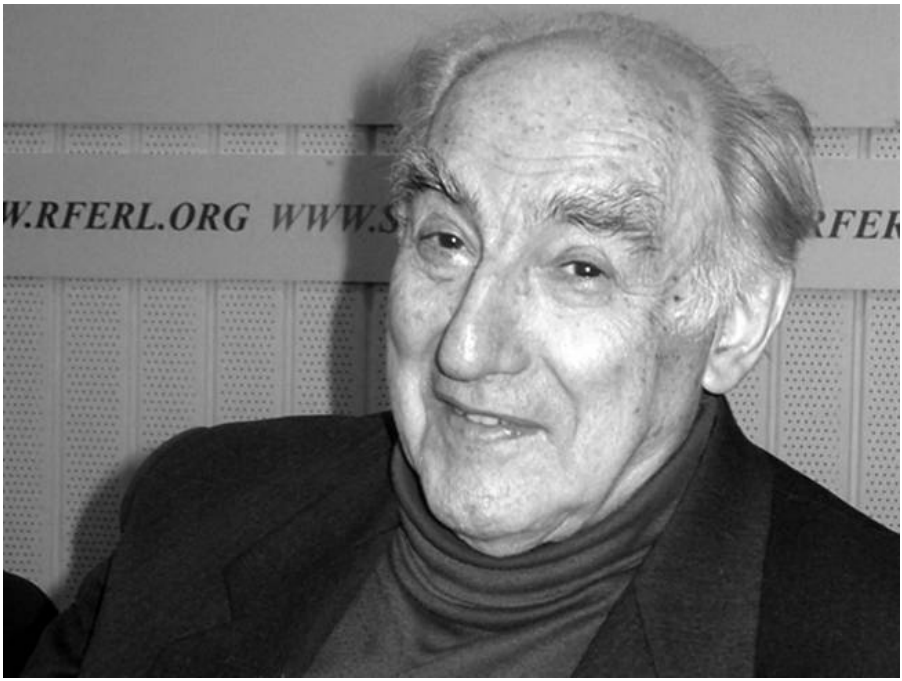
Микрооптика, в ее конкретном приложении, нашла широчайшее применение в оптической связи и оптической звуко– и видеозаписи, волоконно-оптических сетях, в кабельном телевидении, в медицинских оптических инструментах для микрохирургии, терапии, диагностики, 3D-технологиях и т. д. Ее перспективы безграничны.

В этой же монографии Вавилов дал определение нелинейной оптики – как раздела оптики, охватывающего исследования распространения мощных световых пучков в твердых телах, жидкостях и газах и их взаимодействия с веществом. Еще в 1920-х гг. Вавилов в своих экспериментах впервые столкнулся с нелинейными оптическими эффектами. Он описал это явление и предсказал его применение в технике. В 1961 г., через 10 лет после смерти ученого, принципы нелинейной оптики пригодились в лазерах. Сегодня нелинейная оптика используется при обработке информации, а также в оптических нейтронно-сетевых компьютерах, предназначенных для решения нерегулярных задач, распознавания образов, моделирования интеллекта. Без нее не обойдутся компьютеры новых поколений.

# СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ И СВЕРХТЕКУЧЕСТЬ

*Математики, физики; профессора университетов; академики АН СССР (РАН), члены иностранных академий, научных обществ и университетов; лауреаты отечественных и международных премий, в том числе Сталинских, Государственных, Ленинских, Нобелевских; обладатели золотых медалей; кавалеры высших наград нашей и зарубежных стран; заведующие кафедрами, директора институтов; авторы фундаментальных трудов по физике, механике и математике, Петр Леонидович Капица (1894–1984), Лев Давидович Ландау (1908–1968), Николай Николаевич Боголюбов (1909–1992), Виталий Лазаревич Гинзбург (1916–2009), Алексей Алексеевич Абрикосов (род. 1928), Лев Петрович Горьков (род. 1929) являются создателями теории сверхпроводимости и теории сверхтекучести.*

О важности исследований в области сверхпроводимости и сверхтекучести говорит тот факт, что 100 лет разработок в этом направлении принесли ученым шести стран семь Нобелевских премий. Нидерландский физик Х. Камерлинг-Оннес стал лауреатом в 1913 г.; американские – Дж. Бардин, Л.Н. Купер и Дж. Р. Шриффер в 1972 г., английский – Б.Д. Джозефсон в 1973 г., немецкий – Г. Беднорц и швейцарский – К.А. Мюллер в 1987 г. Три Нобелевские премии получили наши ученые: Л.Д. Ландау в 1962 г. – «за пионерские теории конденсированной материи, в особенности жидкого гелия»; П.Л. Капица в 1978 г. – «за фундаментальные изобретения и открытия в области физики низких температур»; А.А. Абрикосов и В.Л. Гинзбург в 2003 г. – «за пионерский вклад в теорию сверхпроводников и сверхтекучих жидкостей».




*В.Л. Гинсбург*

По обычным для Нобелевского комитета интригам Н.Н. Боголюбов и Л.П. Горьков не были удостоены премии. От этого, правда, ценность трудов советских физиков не умалилась ни на йоту, тем паче что именно они придали т. н. микроскопической теории сверхпроводимости-сверхтекучести на современном этапе ее развития совершенный вид. Вопрос еще не закрыт, работы ведутся во всем мире и от ученых ожидают массу новых открытий. В частности, физики заняты созданием теории высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП), конечной целью которой станет получение сверхпроводников с нулевым сопротивлением току при комнатной температуре.

Что же такое сверхпроводимость и сверхтекучесть? Откроем энциклопедии и учебники для вузов.

Сверхпроводимость – физическое явление, наблюдаемое у сверхпроводников при охлаждении их ниже критической температуры, когда электрическое сопротивление постоянному току становится равным нулю и происходит выталкивание магнитного поля из объема образца.

Это явление было открыто в 1911 г. Х. Каммерлинг-Оннесом при экспериментах на ртути, а позднее учеными разных стран на белом олове, свинце, теллуре, титане, ниобии и др. Их стали называть СП I рода.

В 1950 г. А.А. Абрикосов ввел понятие СП II рода (сплав ниобий-титан, интерметаллид ниобий-олово). В них ток

протекает не по тонкому поверхностному слою, как в СП I рода, а во всем объеме. Этот класс сверхпроводников нашел в дальнейшем широкое техническое применение.

В 1938 г. П.Л Капицей было открыто явление сверхтекучести гелия Не II, когда при понижении температуры до абсолютного нуля вещество переходит в состояние квантовой жидкости и способно протекать через узкие щели и капилляры без трения (жидкий гелий поднимается по стенке вверх).

Далее теория сверхпроводимости и сверхтекучести формировались совместно, дополняя друг друга.

Развив гидродинамику квантовой жидкости, Л.Д. Ландау в 1941 г. дал объяснение сверхтекучести Не II. В.Л. Гинзбургом и Л.Д. Ландау была создана обобщенная феноменологическая (макроскопическая) теория сверхпроводимости (пси-теория СП), основанная на представлении сверхпроводящего конденсата с помощью волновой функции.

В середине 1950-х гг. независимо друг от друга микроскопическую теорию сверхпроводимости создали Дж. Бардин, Л. Купер, Дж. Шиффер и Н.Н. Боголюбов. По оценкам ученых, подход русского ученого был не только более точным, но и гораздо более «красивым и убедительным» (Л.Д. Ландау). Боголюбов, в частности, установил фундаментальный факт, что сверхпроводимость можно рассматривать как сверхтекучесть электронного газа. Тем не менее теория получила название БКШ – по начальным буквам фамилий американских авторов.

К БКШ и к теории Гинзбурга – Ландау «приложил руку» академик Л.П. Горьков, разработав микроскопическое описание теории сверхпроводимости на основе математического аппарата функции Грина.

Между макроскопическим и микроскопическим подходами существенная разница. Согласно определению Боголюбова, «задачей макроскопической теории является получение уравнений типа классических уравнений математической физики, которые отображали бы всю совокупность экспериментальных фактов, относящихся к изучаемым макроскопическим объектам… В микроскопической теории ставится более глубокая задача, заключающаяся в том, чтобы понять внутренний механизм явления, исходя из законов квантовой механики. При этом, в частности, надлежит получить также те связи между динамическими величинами, из которых вытекают уравнения макроскопической теории».

Применив к теории Гинзбурга – Ландау микроскопическое описание и заменив волновую функцию фазоволновой, А.А. Абрикосов придал теории сверхпроводимости более общий

вид, что позволило применять ее для описания сверхтекучих жидкостей.

Сегодня появление сверхпроводимости объясняется образованием т. н. куперовских пар – системы частиц в электронном газе, обладающей свойствами двух электронов с противоположенными спинами. Энергия электрона, переносящего заряд, при этом уменьшается на порядки, и электрон перестает взаимодействовать с другими частицами в веществе.

С 1950 г. стали заниматься высокотемпературной сверхпроводимостью (ВТСП) в неметаллических системах. В СССР теорию ВТСП разрабатывал академик В.Л. Гинзбург. Интерес к этой теории был вызван возможностью использования хладагентов с более высокой температурой кипения, чем у жидкого гелия. С открытием в 1986 г. нового класса СП с более высокими критическими температурами (керамические материалы) к этим работам было приковано внимание не только научного, но и бизнес-сообщества, поскольку применение жидкого азота на несколько порядков удешевляло любую конструкцию, использующую СП, и обещало резко сократить потери в современных воздушных линиях электропередач и на преобразования тока, достигавшие четверти передаваемой энергии.

Сегодня сверхпроводимость нашла широчайшее применение в магнитных системах различного назначения и в электрических машинах (турбогенераторах, электродвигателях, жестких и гибких кабелях, коммутационных устройствах, магнитных сепараторах и т. п.).

Многожильные СП и сверхпроводящие катушки используются для пузырьковых водородных камер, крупных ускорителей элементарных частиц, всевозможных устройств измерения температур и давлений, расходов и уровней. Широкое применение сверхпроводящие магниты нашли в медицине (ЯМР-томографы). Создаются изделия на основе ВТСП, применяемые в радиоэлектронных системах для детектирования, аналоговой и цифровой обработки сигналов. Строятся уникальные электромагнитные системы. Так, например, в 1986 г. в СССР был осуществлен запуск первой в мире установки термоядерного синтеза Т-7 со сверхпроводящими катушками тороидального магнитного поля. Помимо прочих выигрышей, применение сверхпроводимости позволяет в несколько раз уменьшать массу и габариты машин (тех же турбогенераторов) при сохранении мощности.

Разрабатываются электронакопительные системы на сверхпроводящих магнитах для регулирования пиковых нагрузок

в больших электросетях, что позволяет обеспечить безопасность электроснабжения отдельных предприятий и города.

За рубежом ведутся разработки опытных образцов железной дороги со сверхпроводящей металлокерамической магнитной подвеской, охлаждаемой жидким азотом. В Японии в 2005 г. был испытан поезд, использующий ВТСП-магниты. Поезд развил скорость более 500 км/ч.

Для создания магнитных полей в большом андронном коллайдере используются электромагнитные катушки со сверхпроводниковой обмоткой…

Практическое применение сверхтекучести при комнатных температурах – дело отдаленной перспективы, хотя уже появились работы, обещающие успех и в этом направлении. Во всяком случае, ожидания специалистов радужны. Они уверяют, что это позволит передавать электричество без потерь; создать масло, которое сделает двигатели «вечными» (неизнашиваемыми); струей жидкости, как лазером, резать сталь и т. п.

# МАЗЕР – ЛАЗЕР БАСОВА, ПРОХОРОВА И ТАУНСА

*В 1964 г. два русских профессора – А.М. Прохоров, Н.Г. Басов и американский профессор Ч. Таунс стали лауреатами Нобелевской премии по физике – «за фундаментальные работы в области квантовой электроники, приведшие к созданию генераторов и усилителей на основе принципа мазера – лазера». Директор Института общей физики АН СССР, академик-секретарь отделения общей физики и астрономии АН СССР (РАН), создатель школы физиков, Александр Михайлович Прохоров (1916–2002) занимался исследованиями в области радиофизики, физики ускорителей, радиоспектроскопии, квантовой электроники и ее приложений, линейной оптики. Директор Физического института АН СССР, член президиума АН СССР (РАН) Николай Геннадьевич Басов (1922–2001) известен фундаментальными работами в области генераторов и усилителей, а также использования лазерной техники в термоядерном синтезе. Прохоров и Басов – почетные члены многих зарубежных академий, лауреаты Ленинской и Государственной премий, пятикратные кавалеры орденов Ленина и других отечественных и зарубежных наград, дважды Герои Социалистического Труда.*

Многие выпускники школ, успешно сдавшие ЕГЭ, при поступлении в вузы на вопрос «Кто изобрел лазеры?» отвечают: «Лазер». Про мазеры после этого у них не спрашивают. А ведь квантовый генератор – из разряда изобретений, что и космическая ракета или радио.

*Н.Г. Басов, Ч. Таунс и А.М. Прохоров*

Между тремя шедеврами русской культуры: Шуховской башней, романом «Гиперболоид инженера Гарина» и «мазером – лазером» прослеживается прямая связь. Гиперболоид В.Г. Шухова (башня на Шаболовке) настолько потряс воображение А.Н. Толстого, что герой его романа назвал свое изобретение также «гиперболоидом». А за ним и весь читающий народ дал квантовому генератору такое же имя – «гиперболоид Гарина». Да и научное сообщество было с ним солидарно: «Игольчатые пучки атомных радиостанций представляют собой своеобразную реализацию идей “гиперболоида инженера Гарина”» (академик Л.А. Арцимович).

Мазер – это квантовый генератор, излучающий когерентные (согласованные) радиоволны, аббревиатура фразы «microwave amplification by stimulated emission of radiation» («усиление микроволн с помощью вынужденного излучения»), предложенной в 1954 г. американцем Ч. Таунсом. Лазер соответственно – «light amplification by stimulated emission of radiation», означающей «усиление света в результате вынужденного излучения».

В основе работы лазера лежит принцип индуцированного излучения, изучением которого в начале XX в. занимался А. Эйнштейн. Высказав гипотезу о том, что энергия света состоит из квантов, которые испускаются атомами и атомными системами

при их переходах из одного энергетического состояния в другое, ученый показал, что можно согласовать вспышки излучения отдельных атомов, воздействуя на них внешним электромагнитным излучением, которое может сопровождаться при этом ослепительно яркой вспышкой монохроматического (то есть одной длины волны) света.

В 1920 г. немецкий физик О. Штерн ввел в экспериментальную физику метод молекулярных пучков. Тогда же были разработаны теоретические представления о процессах излучения и поглощения света.

В 1939 г. советский ученый В.А. Фабрикант развил понятие вынужденного излучения, чем заложил фундамент для создания лазера. Во время Второй мировой войны в связи с проблемами радиолокации развилась техника сверхвысоких радиочастот. Объединение научных идей с широким использованием волн сверхвысокочастотного диапазона привело к построению теории излучения и поглощения света, созданию первого лазера и к основанию квантовой электроники как новой физической науки.

В середине 1950-х гг. профессор А.М. Прохоров и его ученик Н.Г. Басов приступили к исследованию молекулярного генератора на пучках аммиака. Ученым впервые удалось создать квантовый генератор, работающий на энергетических переходах в радиодиапазоне в молекулярных пучках. Им стал аммиачный мазер. К мазеру «в довесок» была создана и теория усилителя радиоизлучения. Так родилась квантовая электроника.

Впоследствии были созданы и другие молекулярные генераторы, например мазер на пучке молекул водорода. После завершения работ по мазерам возник вопрос о создании лазеров оптического диапазона. Следующим важным шагом в развитии квантовой электроники стал предложенный в 1955 г. Басовым и Прохоровым метод трех уровней, позволивший использовать для этой цели оптическую накачку. На этой основе в 1957–1958 гг. Г.Э. Сковилом и др. были созданы квантовые усилители на парамагнитных кристаллах (на рубине), работавшие в радиодиапазоне, первый т. н. твердотельный лазер. Затем были созданы газовые лазеры на смеси изотопов гелия и неона, на углекислом газе, аргоновые, кадмиевые, эксимерные, полупроводниковые, инжекционные, на молекулах органических красителей и т. д.

Под накачкой понимают пропускание через лазер энергии извне. Смысл лазерного луча в том, что этот свет обладает некоей согласованностью (когерентностью), позволяющей энергию «сжать в точку» (т. н. талию луча) несравненно сильнее, нежели в луче от обычного источника света. Кроме того, лазер может

излучать свет гораздо более короткими импульсами, чем обычные источники света. В лазерном луче при этом достигается колоссальная плотность энергии, соизмеримая с взрывом авиационной бомбы. Давление света, сконцентрированного на малой площадке, достигает миллиона атмосфер. Лазерным лучом можно разрезать металлический лист из самого твердого и тугоплавкого металла.

В 1964 г Прохорову, Басову и Ч. Таунсу, занимавшемуся этой же проблемой независимо от советских ученых, была присуждена Нобелевская премия по физике. Вскоре после этого астрономы обнаружили, что некоторые из далеких галактик работают как исполинские мазеры, то есть в лабораторных условиях Земли были воссозданы условия для генераций, которые возникают в огромных газовых облаках размером в миллиарды километров, где источником накачки служит космическое излучение.

О применении квантовой электроники, и, в частности, лазеров, можно говорить долго.

Радиоастрономия; космическая связь (исследование поверхности Луны, навигационное оборудование на ИСЗ, космических кораблях и пр.); медицина (хирургия, офтальмология и др.); технология (сварка, резка и т. д.); метрология (квантовые стандарты частоты и времени, лазерные дальномеры, системы дистанционного химического анализа, лазерной локации); измерительная техника (оптическая локации, сверхточные измерения расстояний, линейных и угловых скоростей, ускорений и т. д.).

Создание и управление высокотемпературной плазмой; лазерная спектроскопия, фотохимия, фитобиология, лазерная очистка, лазерное разделение изотопов; создание систем оптической связи и обработки информации.

Осуществление идеи голографии и голографических приборов; лазерные методы контроля состояния атмосферы, качества изделий; системы лазерной связи (наземные, подводные, космические).

Очистка зданий от поверхностных загрязнений, резка мрамора, гранита, раскрой тканей, кожи и других материалов.

Для осуществления управляемой термоядерной реакции…

Лазеры с каждым днем все более востребованы в науке и народном хозяйстве России, так же как все более актуальными становятся слова академика А.М. Прохорова, сказанные им в одном из последних своих интервью:

«– Как вы думаете, недавняя Нобелевская премия Ж.И. Алферову поможет изменить ситуацию с наукой в стране?

– Нет.

– Почему?

– Не знаю. Странные какие-то статьи появляются, что не надо быть сверхдержавой. А какой надо быть державой? Развивающейся страной, что ли, быть? Или как Люксембург? Здесь полное непонимание наверху. Ну, во-первых, о том, как заниматься наукой, в основном говорят люди, которые никогда не занимались практической наукой и не сделали ничего существенного. Некоторые выступают, что надо более узко подходить, только прикладными вопросами заниматься. Но как человек может, занимаясь только прикладными вещами, развивать в дальнейшем науку и технологии, новые направления?»

# ГЕТЕРОСТРУКТУРЫ АЛФЁРОВА

*Физик, инженер, лектор, педагог, общественный и государственный деятель; профессор ЛЭТИ, ЛПИ, ректор СПбГЭТУ; академик, председатель президиума Санкт-Петербургского научного центра РАН, вице-президент АН СССР (РАН); член 30 национальных АН, научных сообществ; почетный доктор и профессор 40 отечественных и зарубежных научно-образовательных учреждений; глава научной школы; директор Физико-технического института им. А.Ф. Иоффе; научный руководитель инновационного центра в Сколкове; главный редактор журнала «Письма в Журнал технической физики»; кавалер орденов Октябрьской Революции, Ленина, «Знак Почета», Трудового Красного Знамени, «За заслуги перед Отечеством» четырех степеней, а также многих других орденов и медалей СССР, России и других государств; лауреат Ленинской премии, Нобелевской премии по физике за 2000 г. (вместе с Г. Крёмером), премии Балантайна Института Франклина (США) и других премий; народный депутат СССР, депутат ГД ФС РФ, Жорес Иванович Алфёров (род. 1930) является основоположником нового направления – физики гетероструктур, оптоэлектроники и электроники на их основе.*

Здесь перечислена лишь часть забот и наград академика, но нас интересует в первую очередь главное научное достижение Ж.И. Алфёрова, за которое он был удостоен благодарности человечества и самых почетных премий, в том числе Нобелевской по физике (2000) – «за развитие полупроводниковых гетероструктур для высокоскоростной и оптоэлектроники». Гетероструктурой в физике полупроводников называют выращенную на основном материале (подложке) слоистую структуру из различных полупроводников, отличающихся физико-энергетическими характеристиками материалов: шириной запрещенных зон, положением потолка валентной зоны и дна зоны проводимости. В месте контакта двух различных полупроводников формируется т. н. гетеропереход с повышенной концентрацией носителей, который, собственно, и используется затем в электронике.

*Ж.И. Алфёров*

Полупроводниковые гетероструктуры, полученные Алфёровым и его сотрудниками в результате фундаментальных исследований в области полупроводников, чрезвычайно интересные с научной точки зрения, нашли широчайшее применение в современной технике. По одним только своим габаритам они не идут ни в какое сравнение с традиционными радиосхемами. Слои полупроводников, имеющие толщину в несколько атомов, представляют собой крохотные кристаллики, рядом с которыми резисторы, конденсаторы, лампы выглядят мастодонтами. Скажем, размеры активного элемента полупроводникового лазера колеблются в диапазоне от 50 мкм до 1 мм.

Эти структуры идут для изготовления электронных устройств – лазерных диодов, на которых основана работа современных компьютеров, Интернета, сотовой связи, лазерных компакт-дисков, устройств, декодирующих товарные ярлыки, лазерных указок, спутниковых антенн, систем космической связи. На основе гетероструктур работают мощные светодиоды,

используемые в светофорах, лампах тормозного освещения в автомобилях, дисплеях. Появление гетерогенных структур привело к созданию производства солнечных батарей – основы будущей солнечной энергетики, которая, по мнению Алфёрова, «к концу XXI столетия, если не раньше, в значительной степени заменит атомные и тепловые электростанции».

Надо сказать, что это открытие первыми поспешили использовать зарубежные инженеры и предприниматели, но это не вина его авторов, а наша с вами беда.

Какова же история открытия?

В 1960-х гг. в мире возникла идея совершенствования полупроводниковой техники за счет гетеропереходов, которая какое-то время не поддавалась реализации. Многочисленные попытки создания всевозможных приборов, работающих на этом принципе, заканчивались ничем только из-за того, что для результативного гетероперехода надо было найти идеальную гетеропару – это было сделать не легче, чем создать идеальную семью.

Доказав, что в гетероструктурах можно эффективно управлять световыми и электронными потоками, и применив в своих исследованиях специальную методику, позволявшую варьировать ширину запрещенной зоны, показатель преломления, величину электронного сродства, эффективную массу носителей тока и другие параметры полупроводника, Алфёров в результате многочисленных экспериментов, ежедневно длящихся у него до часа ночи, смог подобрать идеальную гетеропару: арсенид алюминия и арсенид галлия (AIAs/GaAs), а затем GaAs/AIGaAs, отличавшуюся большей стойкостью к окислению на воздухе. Эти гетеропары вскоре обрели в мире электроники мировую известность.

На основе полученных гетеропар были созданы гетероструктуры, отвечавшие требованиям идеальной модели, и в 1969 г. сконструирован первый в мире полупроводниковый гетеролазер. Область применения лазеров поначалу была весьма ограниченной, поскольку они могли работать только при низких температурах, иногда не выше 20о К.

В 1970 г. на смену AIGaAs-системе Алфёровым и его сотрудниками были предложены соединения InGaAsP, позволившие создать более совершенные лазеры, нашедшие широкое применение в качестве источников излучения в волоконно-оптических линиях связи повышенной дальности.

В 1970-х гг. ученый разработал первые в мире технологии радиационно-стойких солнечных элементов на основе AIGaAs/ GaAs-гетероструктур и организовал крупномасштабное

производство гетероструктурных солнечных элементов для космических батарей. Одна из них была установлена в 1986 г. на космической станции «Мир» и эффективно проработала на орбите весь положенный ей срок эксплуатации.

В 1993 г. в лаборатории Алфёрова были сконструированы полупроводниковые лазеры на основе структур с квантовыми точками – «искусственными атомами».

В 1995 г. ученый продемонстрировал инжекционный гетеролазер с использованием квантовых точек на подложках GaAs, работающий в непрерывном режиме при комнатной температуре, что резко повысило возможность его применения и тут же развязало руки создателям быстродействующих элементов электронной техники.

У такого лазера не оказалось конкурентов – он практически безынерционен, его КПД превышает в несколько раз КПД прочих лазеров, а длину волны можно изменять на любую другую.

Исследования Алфёрова позволили кардинально улучшить параметры большинства полупроводниковых приборов, создать для оптической и квантовой электроники широчайшие возможности ее совершенствования и заложить основы принципиально новой электроники на основе гетероструктур – т. н. «зонной инженерии».

Предположения ученого, высказанные им 15 лет назад, что «в XXI веке на основе квантовых точек будут созданы уникальные по свойствам лазеры и транзисторы, появятся совершенно новые приборы и, наверное, возникнет то, что сегодня предсказать невозможно», сбылись.

Следующим шагом в развитии гетероструктур стало применение новых способов обработки информации, когда, смоделировав процесс, можно стало создавать структуры, состоящие из цепочек атомов, имеющих уже не микро-, а наноразмеры (нанометр – одна миллиардная доля метра), и на смену микроэлектронике получить нанотехнологии.

В многочисленных интервью и публикациях Ж.И. Алфёрова, весьма озабоченного состоянием науки и образования в современной России, можно найти много жестких и поучительных высказываний.

«Если развалится образование, остановится наука, то прекратится и… “воспроизводство гениев”. Наступит всеобщее мозговое затмение».

«Всегда полезно брать уроки у истории… Когда в 1921 году Рождественский, Иоффе и Крылов поехали в первую после Гражданской войны загранкомандировку закупать научное оборудование, а денег на это у государства не было, они

обратились к Ленину и Луначарскому. И им выделили средства из золотого запаса. В Физико-технический институт поступили тогда 42 ящика с приборами, и по оснащению он стал одним из первых в мире. Чем не исторический урок для нынешнего российского руководства?»

# Химия

# ОСНОВНОЙ ЗАКОН ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

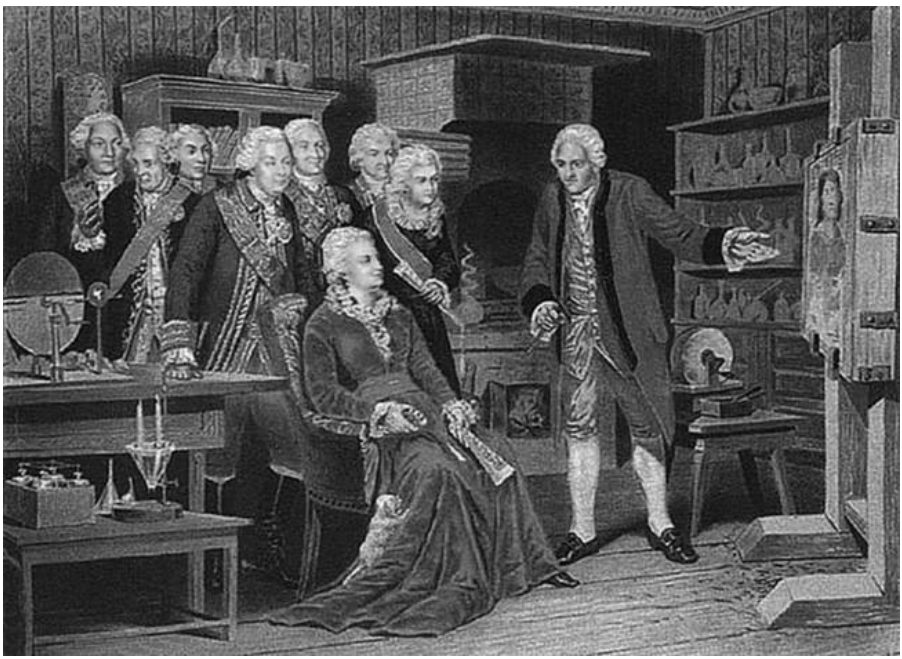
*Великий русский ученый-естествоиспытатель, «первый наш университет» (А.С. Пушкин), поборник развития отечественной науки и просвещения, Михаил Васильевич Ломоносов (1711–1765), впервые определив, что общий вес веществ до химической реакции и после нее не изменяется, установил тем самым закон сохранения веса при химических реакциях как частный случай общего закона сохранения материи.*

При жизни Ломоносова в Западной Европе сложился миф, что в России два Ломоносовых: один химик, а второй – поэт. В головах его современников не укладывалось, как один человек может с таким успехом заниматься химией и стихами, физикой и мозаикой, геологией и историей, горным делом и правом, минералогией и языкознанием, астрономией и народным просвещением, а еще навигацией, мореплаванием, металлургией, созданием приборов, географией… Опять таки владеть одиннадцатью языками! Ничего странного, однако же, в том не было. По словам самого Михаила Васильевича: «Может собственных Платонов / И быстрых разумом Невтонов / Российская земля рождать». Собственно, таким «двуликим» – Платоном и Ньютоном в одном лице – и был сам Ломоносов.

Ломоносов принес русской науке всемирную славу и обессмертил свое имя. Он построил первую в России химическую научно-исследовательскую лабораторию; выдвинул теорию образования града и смерчей; исследовал атмосферное электричество и объяснил северное сияние; установил современную классификацию землетрясений; наметил кинетическую теорию газов; открыл атмосферу на Венере; доказал органическое происхождение почвы, торфа, каменного угля, нефти, янтаря; разработал приборы для физических исследований химических объектов и для определения географической долготы и широты; изобрел «ночезрительную трубу»; разработал технологию получения цветного стекла; доказал существование Антарктиды; выдвинул теорию об эволюции природы; разработал концепцию развития России, основанную на православии, самодержавии и духовно-нравственных ценностях русского народа и теорию славяно-чудского происхождения Древней Руси, принятую последующими историками; сработал мозаичные портреты Петра I и гигантскую мозаику «Полтавская баталия»; разработал концепцию «трех

штилей» русского языка, применил к нему силлабо-тоническое стихосложение, и, сочинив превосходные ямбические стихи, начал новую эру русского языка…

При множестве заслуг Ломоносова в самых разных областях человеческого знания главным достижением Михаила Васильевича считают его открытия в химии, которую ученый определил как «науку изменений» – учение о процессах, происходящих в телах.



*Императрица Екатерина II у Ломоносова. Художник И.К. Федоров*

В самой же химии Ломоносов открыл ее суть. Сегодня она формулируется так: масса веществ, вступающих в химическую реакцию, равна массе веществ, образующихся в результате реакции.

Атомистическая гипотеза строения материи, выдвинутая в античности Демокритом, нашла поддержку у многих философов и ученых. Догадка о том, что общее число атомов при всех изменениях, происходящих в природе, остается неизменным, стала в конце концов трактоваться естествоиспытателями как закон сохранения материи.

После того как Ньютон (1643–1727) ввел понятие массы как количества материи, пропорционального ее весу, стали говорить о законе сохранения массы (веса) при всех процессах, происходящих с материальными телами, в том числе и при химических процессах.

Не хватало количественной характеристики, подтверждавшей этот тезис. Мешала убежденность ученых в существовании «огненной субстанции» (теплорода, флогистона и т. п.), якобы принадлежащей самому огню либо выделяющейся при горении. Английский физик и химик Р. Бойль (1627–1691) в опытах по обжигу свинца обнаружил увеличение веса. Теперь-то мы знаем, что это происходит за счет присоединения кислорода из воздуха, но ученый тогда предположил, что виновата в этом «материя огня».

Экспериментальная база в XVIII в. уже позволяла получить эти количественные соотношения. В 1756 г. М.В. Ломоносов повторил опыт Бойля. При этом, чтобы избежать притока или, напротив, утечки этой таинственной «субстанции», ученый взвешивал свинец в запаянной реторте, а не в открытой, как его предшественник. Опыт показал, что общий вес реторты с металлом при прокаливании не изменился. Это позволило Ломоносову в годовом отчете о своей деятельности написать: «Славного Роберта Боила мнение ложно, ибо без пропущения внешнего воздуха вес сожженного металла остается в одной мере».

Открытие сие не было случайно. Ломоносов давно уже был убежден, что воздух обладает весом, о чем сообщил Л. Эйлеру еще в 1748 г. «Нет никакого сомнения, что частички воздуха, непрерывно текущего над обжигаемым телом, соединяются с ним и увеличивают вес его». И далее: «Все перемены в натуре случающиеся такого суть состояния, что сколько чего от одного тела отнимается, столько присовокупится к другому. Так, ежели где убудет несколько материи, то умножится в другом месте… Сей всеобщий естественной закон простирается и в самые правила движения: ибо тело, движущее своей силой другое, столько же оные у себя теряет, сколько сообщает другому, которое от него движение получает». Как видим, связав закон сохранения массы вещества с законом сохранения энергии (количества движения), Ломоносов дал первую формулировку основного закона природы.

Ученый во всем хотел «дойти до сути» – доказать свои гипотезы опытным путем. «Истинный химик должен быть теоретиком и практиком… Один опыт я ставлю выше, чем тысячу мнений, рожденных только воображением», – утверждал он. Не только теоретическими разработками, но и многими своими опытами, ставшими классическими, Ломоносов опередил европейских ученых на десятилетия, а порой и на целое столетие.

При этом надо отметить, что почти все теоретические концепции Ломоносова – учение о теплоте, о состоянии вещества

и т. д. – до малейших деталей совпали с путем развития этих наук в дальнейшем.

Открытый Ломоносовым закон получил более полное обоснование в его работах: «Об отношении количества материи и веса» (1758) и в «Рассуждении о твердости и жидкости тел» (1760), опубликованных на латинском языке в Европе. Однако осознать значение этих трудов большинство естествоиспытателей тех лет не смогло. Они попросту не обратили на них должного внимания. Об открытии русского ученого научный мир узнал много позже, тогда же Ломоносову был отдан и приоритет в установлении закона сохранения вещества, поскольку долгое время его автором считался французский химик А.Л. Лавуазье (1743–1794), опубликовавший результаты своих опытов (аналогичных опытам Ломоносова) в 1789 г.

Ломоносов – не только автор множества открытий, он и сам – открытие для России. Благодаря ему и Россия во многом открылась для Запада. Судьба ученого уникальна. Гений – он всегда из будущего и для будущего. Но Ломоносов, хотя намного опередил уровень тогдашней русской науки, оказался в ней очень вовремя, так как, собственно, и создал ее и придал ей ускорение, которое позволило нашему естествознанию не только не отстать от мирового, но и часто быть впереди него.

Перечисляя все открытия Михаила Васильевича, можно, пожалуй, и утомить читателя. Биография его также хорошо известна. Стоит разве что лишний раз напомнить, что он был сыном помора, простым «мужиком», за заслуги ставшим дворянином, обладавшим потрясающим интеллектом и огромной пробивной силой. Что в науку Ломоносов пришел поздно – на четвертом десятке лет, но и систематически начал учиться только за двадцать. Он не был вундеркиндом, во всяком случае, свидетельств тому нет. Но им с малых лет владела такая жажда знаний и желание отдать себя науке и быть полезным Отечеству, что этого с лихвой хватило бы всем российским академикам той поры, вознамерься они повторить все его исследования. Ведь труды ученого, почетного члена Стокгольмской и Болонской академий наук, четверть века были гордостью и славой Петербургской академии.

Из его биографии можно разве что упомянуть один эпизод. У Ломоносова враги не переводились – гениев, как правило, не жалуют. Он постоянно вынужден был пробивать свои идеи сквозь чиновничьи препоны и отметать клевету завистников и «неприятелей наук российских». Академик не позволял не то что приструнивать, а даже подтрунивать над собой никому, в том числе и своим высокопоставленным покровителям. Так, графу

И.И. Шувалову, например, Михаил Васильевич заявил: «Я, ваше высокопревосходительство, не только у вельмож, но ниже у Господа моего Бога дураком быть не хочу». Несколько раз ученый попадал в опалу. Дошло до того, что в 1763 г. в Сенат был направлен указ об отставке Ломоносова, в очередной раз оклеветанного врагами.

Хорошо, что академик был «вхож» во двор. Екатерина II несколько раз изволила его приглашать к себе в комнаты и довольно с ним «разговаривать о науках с оказанием своего всемилостивейшего удовольствия». Приходила императрица на обед и к Михаилу Васильевичу, «в знак благоволения к наукам приказывала хозяину ходить и сидеть по правую руку около себя». Посетила она его, больного, и на этот раз, после чего отозвала из Сената указ об его отставке и пожаловала Михаилу Васильевичу генеральский чин статского советника, подняв ему жалованье с трехсот рублей в год в семь раз. После же кончины Ломоносова Екатерина распорядилась «спасением души» усопшего и его архивом, а также назначила вдове, Е.А. Ломоносовой, пенсию, а дочь Елену выдала замуж за сына брянского священника.

Что же касается основного закона, который открыл Ломоносов, его полностью подтвердила современная наука. Так, в частности, взаимосвязь массы и энергии, на которую впервые обратил внимание русский ученый, выражается уравнением Эйнштейна: $E=mc2,$ где $E$ – энергия; $m$ – масса; $c$ – скорость света в вакууме.

Опираясь на закон сохранения массы веществ, сегодня производят различные расчеты – начиная со школьной парты, за которой над составлением уравнений химических реакций упражняются будущие инженеры и ученые.

# АНИЛИН ЗИНИНА

*Химик-органик, лектор, общественный деятель; профессор Казанского университета, заслуженный профессор, «директор химических работ» Медико-хирургической академии в Петербурге; академик Петербургской АН, почетный член многих русских и иностранных научных обществ, академий и университетов; основатель и глава большой школы русских химиков-органиков (А.М. Бутлеров, Н.Н. Бекетов, А.П. Бородин, А.Н. Энгельгардт, Л.Н. Шишков, А.М. Зайцев, В.В. Марковников и др.), один из организаторов Русского физико-химического общества и первый его президент; ученый секретарь, председатель академического суда; член мануфактурного совета Министерства финансов, Военно-медицинского ученого комитета, Николай Николаевич Зинин (1812–1880) снискал мировую славу синтезом анилина – исходного продукта в производстве богатейшего разнообразия веществ многих отраслей промышленности.*

Ни одна биография Н.Н. Зинина не обходится без слов председателя Германского химического общества А.В. фон Гофмана, сказанных им на заседании общества 8 марта 1880 г. в память о почившем русском химике: «Если бы Зинин не научил нас ничему более, кроме превращения нитробензола в анилин, то и тогда его имя осталось бы записанным золотыми буквами в историю химии». Что и говорить, модифицировав этот способ получения анилина, немецкий химик занялся синтезом анилиновых красителей и стал основателем анилинокрасочной промышленности в Германии.

Согласно энциклопедическим данным, анилин (фениламин) – органическое соединение с формулой $C_6H_5NH_2$, бесцветная маслянистая жидкость с характерным запахом, на воздухе красно-бурая. Слово «анилин» происходит от названия растения, содержащего индиго – Indigofera anil.

Это вещество, впервые полученное в 1826 г. при перегонке индиго с известью немецким химиком О. Унфердорбеном, было названо им «кристаллином». Позднее вещество было обнаружено в каменноугольной смоле и названо «кианолом». Полученное нагреванием индиго с раствором КОН обрело название «анилин». Прежде чем Зинин занялся данной проблемой, анилин не имел никакого технического применения, поскольку получался в незначительных количествах и с чрезвычайно низким выходом – не более 15 %.

*Н.Н. Зинин*

Зинин начал свои исследования после окончания Казанского университета во время длительной командировки по научным учреждениям Европы и продолжил их по возвращении домой. С целью изучения свойств масла горького миндаля и нитробензола химик обрабатывал их разными веществами, в частности сероводородом и раствором сульфида натрия. Ученый и не думал получать анилин – он у него «получился». Ожидая обрести серу, химик синтезировал новое вещество, которое назвал «бензидам».

В 1842 г. в столичном «Бюллетене Академии наук» была опубликована статья Зинина «Описание некоторых новых органических оснований, приготовленных действием сероводорода на соединения углеводородов с азотистой кислотой», в которой сообщил о получении бензидама и нафталидама (альфа-нафтиламин). Открытие вызвало интерес у европейских ученых и статью перепечатали многие научные

журналы.

А.В. фон Гофман, активно занимавшийся красителями, в 1843 г. доказал идентичность бензидама Зимина с анилином, кианолом и кристаллином, полученными другими учеными. Несмотря на идентичность веществ, бензидам был получен несравненно более простым способом, нежели при разложении тех же индиго или каменноугольной смолы.

За новым веществом закрепилось название «анилин», а метод его получения (как и получения всех ароматических аминов) восстановлением нитросоединений с тех пор называют реакцией Зинина.

Эта реакция давала возможность совершенствовать ее, получать новые вещества, что и было сделано Гофманом, самим Зининым и другими химиками-органиками.

Продолжая изучать возможности открытой им реакции и применяя ее к моно– и динитропроизводным бензола, а также к нитрокислотам, Зинин получил из нитробензола семинафтилидам (нафтилендиамин), семибензидам (м-фенилендиамин), дезоксибензоин, бензаминовую кислоту, синтезировал азоксибензол, гидразобензол, бензидин – промежуточный продукт анилинокрасочной индустрии, исходный материал для синтеза сотен марок субстантивных красителей.

Работы Зинина заложили научную основу для развития анилинокрасочной промышленности и, как следствие, развития органической химии вообще. Спустя несколько лет анилин и нафтиламин стали основой промышленного производства анилиновых красителей во всем мире. Первым такое производство организовал Гофман, заменив восстановитель сульфид аммония водородом в момент выделения. Первый фиолетовый краситель мовеин на основе анилина появился в 1856 г., через 2 года – красный фуксин.

В настоящее время анилин получают восстановлением нитробензола чугунными опилками с соляной кислотой, что стало развитием зининского подхода к данной проблеме.

Анилин используется при производстве искусственных каучуков, гербицидов, сложных органических красок и красителей, фотографических материалов, взрывчатых средств, душистых веществ, лекарственных препаратов (сульфаниламидные препараты), полиуретана, из которого изготавливают пенополиуретаны, уплотнения, герметики, клеи, формы для декоративных камней, защитные покрытия, лакокрасочные изделия, пластмассы, валы, ролики, пружины, изоляторы, имплантаты и т. п.

В 1853 г. во время Крымской кампании Зинин совместно с

инженером-артиллеристом В.Ф. Петрушевским предложил Артиллерийскому ведомству заменить порох в гранатах на нитроглицерин, который он получал в своей лаборатории по разработанному им прогрессивному методу синтеза нитроглицерина из глицерина. По ряду причин эксперименты с новым взрывчатым веществом первоначально не дали надежных результатов. О своих опытах Зинин рассказал соседу по даче А. Нобелю, сыну «минного короля» Э. Нобеля, и когда Альфред через 6 лет занялся получением взрывчатки, то предпринял серию испытаний с различными абсорбентами, пропитанными нитроглицерином. На полученный в 1866 г. динамит шведский предприниматель приобрел американский патент. Н.Н. Зинин, как и с анилином, вновь подарил иностранцу плоды своих трудов. И хотя к тому времени нитроглицерин уже успешно применяли и в России – для подземных и подводных взрывов, химик бросил: «Этот Альфред Нобель выхватил у нас динамит из-под носа». Ничего не поделаешь, это судьба многих русских ученых, озабоченных научной стороной дела, а не ее финансовой подкладкой. Впрочем, всегда ли нужна созидателям слава Герострата?

# ТЕОРИЯ ХИМИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ВЕЩЕСТВА БУТЛЕРОВА

*Химик, ботаник, энтомолог-лепидоптерист (специалист по бабочкам), пчеловод, садовод, чаевод; общественный деятель, лектор, популяризатор науки, пропагандист научного спиритизма; профессор химии Казанского университета, заслуженный профессор Петербургского университета, организатор и заведующий академической химической лабораторией Петербургского университета, профессор Высших женских курсов; академик Петербургской АН; председатель отделения химии Русского физико-химического общества, вице-президент императорского Вольного экономического общества (ВЭО); почетный член Казанского и Киевского университетов, Медико-хирургической академии, английского и немецкого химических обществ, член многих других русских и иностранных ученых обществ; ректор Казанского университета; лауреат Ломоносовской премии, кавалер Большой золотой медали ВЭО, Александр Михайлович Бутлеров (1828–1886) всемирно известен своими теоретическими и экспериментальными работами в области органической химии. Бутлеров является главой первой русской школы химиков-органиков, создателем классической теории химического строения вещества.*

На лекции Бутлерова «О воде», «О светильном газе», о бабочках Волги и Урала, о пчелах и растениях-медоносах, о медиумах и т. п. публика ходила охотнее, чем в театр. Профессор рассказывал о любом предмете, включая химические цепи, так увлеченно и с такой образностью, что слушатели выносили из аудитории помимо обретенных знаний еще такой заряд бодрости, какой не всегда получишь и на водевиле.

Александра Михайловича интересовало все, он был жаден не только до химической науки, но и до живой природы, и все свои знания преподносил так нестандартно, но в то же время просто, что его с равным удовольствием слушали студенты и академики, статские советники и барышни.

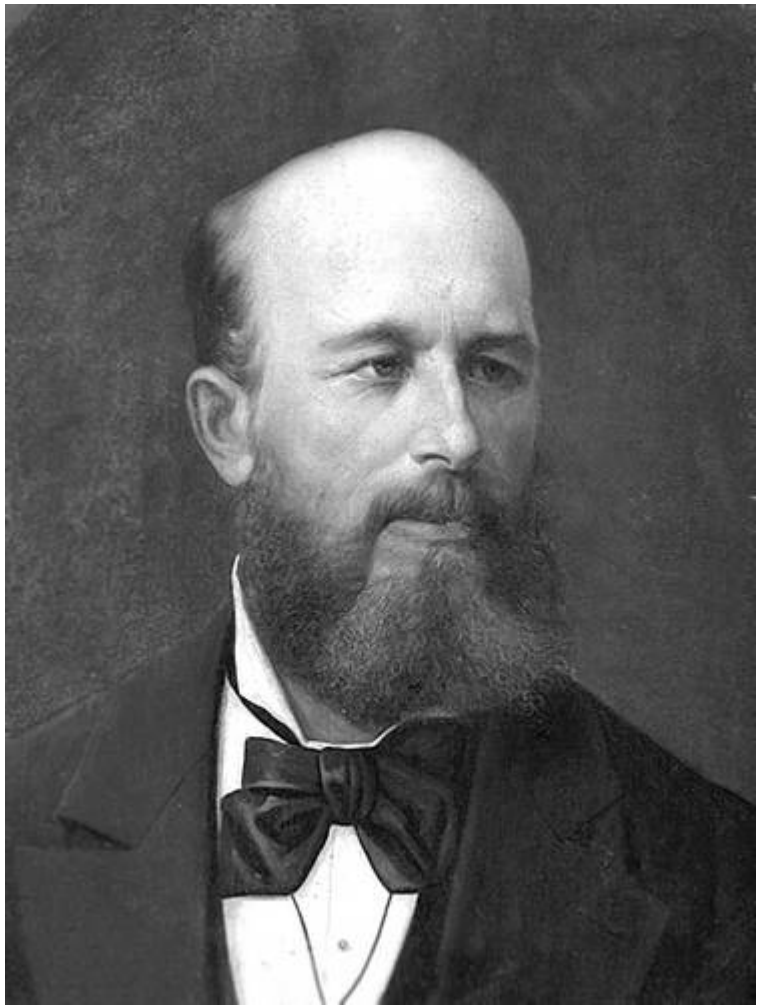
Чем бы ни занимался знаменитый химик, везде он оставил заметный вклад, не потускневший со временем. Даже в спиритизме. Интересно, что вопросы медиумизма интересовали его не меньше, чем права женщин на высшее образование или засилье иностранцев в Петербургской АН. Но вернемся к главному предмету нашей книги – научным достижениям ученого. Они велики. Особенно в главном деле его жизни – в

структурной теории химического строения.

В середине XIX в. органическая химия (новый раздел химии, занявшийся изучением соединений углерода, их структуры и свойств) пребывала в начальной стадии развития. Возникнув в 1828 г. с получением Ф. Вёлером органического вещества – мочевины, наука прошла еще только один этап – разработку теории валентности А.С. Купером и Ф.А. Кекуле в 1857 г. Как видим, поля молодой науки еще не были даже толком вспаханы. И на них славно потрудился Бутлеров.

Во время своей первой заграничной командировки по Германии, Франции, Англии, Швейцарии, Италии (1857–1858) русский ученый познакомился с трудами выдающихся химиков той поры – Ф.А. Кекуле, Р.В. Бунзена, Э. Эрленмейера, Ш.А. Вюрца и др., а также провел в их лабораториях собственные экспериментальные исследования. В этих опытах был открыт новый способ получения йодистого метилена, впервые синтезирован гексаметилентетрамин (уротропин) $C_6H_{12}N_4$ из полимера формальдегида HC(O) H и аммиака $NH_3$, впервые был выделен метиленитан – сахаристое вещество состава $C_6H_{12}O_6$ (ныне формоза или акроза). Этот полный синтез глюкозы, осуществленный химиком, стал открытием мирового уровня.

Развивая отдельные положения теории атомности элементов Кекуле, Бутлеров пришел к идее химического сродства химических атомов, на которой и возвел здание теории химического строения (называемой еще «теорией строения молекулы», или структурным учением).



*А.М. Бутлеров. Неизвестный художник*

В 1861 г. на химической секции 16-го Съезда немецких естествоиспытателей и врачей в Шпейере Бутлеров в своем знаменитом докладе «Нечто о химическом строении тел» изложил начала новой теории, квинтэссенция которой сводилась к следующему:

«Полагая, что каждому химическому атому свойственно лишь определенное и ограниченное количество химической силы (сродства), с которой он принимает участие в образовании тела, я назвал бы химическим строением эту химическую связь, или способ взаимного соединения атомов в сложном теле… Химическая натура сложной частицы определяется натурой элементарных составных частей, количеством их и химическим строением».

Там же Бутлеров наметил пути для определения химического строения, «впервые объяснил явление изомерии тем, что изомеры

– это соединения, обладающие одинаковым элементарным составом, но различным химическим строением».

Может быть, потому, что доклад был принят немецкими химиками довольно прохладно, все свои теоретические выводы ученый поспешил подтвердить блестящими экспериментами. Собственно, этому он посвятил всю свою жизнь, и для этого создал первую русскую школу химиков-органиков, в которой воспитал будущих профессоров В.В. Марковникова, А.Н. Попова, А.М. Зайцева, Д.П. Коновалова, А.Е. Фаворского, М.Д. Львова, И.Л. Кондакова и др.

Десятки последователей Бутлерова были благодарны учителю за то, что он научил их главному в профессии ученого-химика – лабораторным приемам и методам исследования веществ, получаемых часто с невероятным трудом и в мизерных количествах, а также следованию в трактовке полученных результатов общим принципам теории.

Теория химического строения тел внесла новое направление в химические исследования и оказала огромное влияние на развитие органической химии в новейшее время. Она полностью вошла в элементарные курсы органической химии, так же как и многие другие работы Бутлерова, написанные на ее основе и в ее развитие. Теория дала в руки исследователей возможность по химическому строению вещества судить о его свойствах. Предсказывание свойств еще не открытых веществ в химии стало революционным открытием – и по сути своей, и по масштабу – равновеликим Периодической таблице элементов Менделеева. (К слову сказать, скептик Менделеев полностью признал справедливость теории гениального современника лишь спустя десять лет после смерти Бутлерова.) Уже в XX в. бутлеровская концепция взаимного влияния атомов получила электронную интерпретацию.

Так, на основаниях теории химического строения было предсказано, а затем и доказано существование позиционной и скелетной изомерии, третичного бутилового спирта и его изомеров, двух бутанов, трех пентанов, триметилформена, изобутилена, триметилуксусной кислоты, осуществлен синтез пинаколина, изучены металлоорганические соединения, начато систематическое исследование полимеризации, завершившееся открытием С.В. Лебедевым промышленного способа получения синтетического каучука…

Показав возможность обратимой изомеризации, ученый заложил еще и основы учения о таутомерии (явление обратимой изомерии, при которой два или более изомера легко переходят друг в друга).

В развитие своей теории Бутлеров в 1863 г. опубликовал в «Kritische Zeitschrift f. Chemie» и в «Ученых записках Казанского университета» основополагающую статью «О различных способах объяснения некоторых случаев изомерии», а в 1864–1866 гг. издал в Казани тремя выпусками «Введение к полному изучению органической химии», которое тут же было переведено на немецкий язык. Полностью базировавшееся на идеях теории химического строения, «Введение» (фактически заново написанный курс органической химии) в считаные годы стало достоянием всего научного мира. Проникновению учения во многом способствовала одновременная публикация многочисленных работ Бутлерова на русском, немецком и французском языках в химических журналах разных стран.

Став основой современной органической химии, химической физики, биохимии, генетики, теория Бутлерова служит источником бесконечного ряда открытий, имеющих теоретическое и практическое значение. По образному определению Я.К. Голованова, Бутлеров «химию “плоскостную”… сделал “объемной”, создал мир новых химических измерений, показал, как в этом мире становится объяснимо то, что вчера еще нельзя было объяснить».

Что же касается синтезированных Бутлеровым веществ, без них сегодня не обходятся многие отрасли хозяйства. Йодистый метилен, например, – первое вещество. полученное химиком, активно используется минералогами и петрографами при определении удельного веса и состава минералов и горных пород, а разнообразные углеводороды и спирты, которыми занимался ученый, ныне производятся миллионами тонн.

# ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ И АЛЮМИНОТЕРМИЯ БЕКЕТОВА

*Химик, лектор, популяризатор, общественный деятель; профессор химии Харьковского университета и Высших женских курсов; ординарный академик Петербургской АН, член Парижского химического общества; основатель и глава научной физико-химической школы; председатель Русского физико-химического общества; инициатор и член ряда научных и просветительных обществ; заведующий химической лабораторией Петербургской АН, основатель нескольких термохимических лабораторий; лауреат Ломоносовской премии Петербургской АН; тайный советник, Николай Николаевич Бекетов (1827–1911) является одним из основоположников физической химии и химической динамики, создателем алюминотермии.*

На Западе основоположником физической химии в ее современном виде считается немецкий ученый В. Оствальд, возглавивший первую кафедру физической химии Лейпцигского университета в 1888 г., а родоначальником алюминотермии – немецкий химик Г. Гольдшмидт, получивший свои первые результаты в 1894–1898 гг.

Правда, Н.Н. Бекетов занимался этим несколько ранее. В 1865 г. русский ученый защитил докторскую диссертацию «Исследования над явлениями вытеснения одних элементов другими», представляющую собой обширное физико-химическое экспериментальное исследование, и тогда же начал читать первый курс лекций по современной физической химии в Харьковском университете. (До этого в течение 5 лет Бекетов вел «Специальный курс органической химии и отношение физических и химических явлений между собой».) Кстати, тогда В. Оствальду было всего 12 лет.

Алюминотермию Бекетов открыл и вовсе в 1859 г., за два года до рождения Г. Гольдшмидта, а когда Гансу исполнилось 4 годика, русский химик уже разработал методы «химического» производства алюминия. Фабрики Германии и Франции, внедрившие этот метод, к 1890-м гг. давали четверть мирового производства алюминия. Гольдшмидт же осваивал т. н. внепечной процесс – одно из направлений алюминотермии.

*Н.Н. Бекетов*

Старая история Старого Света! Научные приоритеты на Западе дело тонкое. Займемся делом.

Первым физической химией как наукой занялся М.В. Ломоносов. Он даже читал курс «Введение в истинную физическую химию» в 1752–1754 гг. Затем сто лет наука развивалась своим естественным путем, пока Бекетов вновь не втиснул ее в русло университетской программы. Эта научная и учебная новация была как нельзя более кстати. Во-первых, потому, что и сам Бекетов на примере своих теоретических выкладок и процесса алюминотермии прекрасно продемонстрировал принципы физической химии как самостоятельной науки, имеющей практическое применение. И во-вторых, открытый Д.И. Менделеевым в 1869 г. периодический закон химических элементов и ряд работ европейских ученых обрели в этой науке свое надежное основание.

Историки науки, отмечавшие неординарность общего бекетовского подхода к химии, любят говорить об ученом как о

химике-философе. В то время как европейские химики занимались исключительно открыванием новых тел и новых соединений, Бекетов, не соблазняясь жаждой открытия новых фактов, «медленно шел по трудному пути теоретической химии и стремился к решению вопроса о том, где источник, где причина того, что в химии определяется термином “химическое сродство”».

На этот путь химик ступил во время 15-месячной командировки в научные учреждения Европы. Начал Бекетов с того, что в парижской Сорбонне у академика Ж.Б. Дюма стал изучать зависимость направления химических реакций от состояния реагентов и внешних условий. В 1858 г. ученый приступил к исследованию действия водорода на водные растворы солей серебра, цинка на хлориды бария и кремния, магния на фторид алюминия. В этих весьма опасных опытах, проводимых в запаянных стеклянных трубках, когда давление доходило до 100 атм, химик обнаружил, что водород, магний и цинк вытесняют металлы из их солей, то есть восстанавливают их.

Посвятив несколько лет исследованиям этих реакций восстановления металлов, химик убедился, что наибольшей устойчивостью (прочностью) обладают соединения противоположных по характеру элементов с наиболее близкими атомными весами (паями). Помимо этого Бекетов указал также на то, что количество тепла, выделяемое при соединении простых тел, представляет собою «разность между сродствами однородных и сродствами разнородных атомов» и что при реакции «менее плотное тело вытесняет более плотное». Определяя теплоты образования оксидов и хлоридов щелочных металлов, Бекетов впервые в мире получил безводные оксиды щелочных металлов.

Изучая вытеснение одних элементов другими и впервые наблюдая протекание реакции в двух направлениях, Бекетов установил, что на направление химической реакции влияет концентрация реагентов и давление, дал формулировку состояния равновесия. Предположив также, что химические явления связаны с относительными массами и расстояниями между центрами действующих частиц, ученый вплотную подошел к одному из главных химических законов – закону действующих масс, устанавливающему соотношение между массами реагирующих веществ в химических реакциях при равновесии, а также зависимость скорости химической реакции от концентрации исходных веществ. Этот закон в его классическом виде был сформулирован в 1867 г. норвежскими учеными К. Гульдбергом и П. Вааге.

Установив «вытеснительный ряд металлов», повторенный позднее электрохимическим рядом активности (напряжений), Бекетов в качестве наиболее сильных восстанавливающих агентов в этом ряду увидел глиний (алюминий) и магний. С их помощью ученый получил металлический барий, рубидий, цезий, хром, ванадий, марганец, вольфрам, освоил промышленное производство алюминия.

Описание опыта можно найти у самого Бекетова: «Я взял безводную окись бария и, прибавив к ней некоторое количество хлористого бария, как плавня, положил эту смесь вместе с кусками глиния в угленой тигель и накаливал его несколько часов. По охлаждении тигля я нашел в нем металлический сплав уже совсем другого вида и физических свойств, нежели глиний. Этот сплав имеет крупнокристаллическое строение, очень хрупок, свежий излом имеет слабый желтоватый отблеск; анализ показал, что он состоит на 100 частей из 33,3 бария и 66,7 глиния, или, иначе, на одну часть бария содержал две части глиния».

Типичная реакция с выделением огромного количества тепла *Q* (температура достигает 2000–3000 ˚С) имеет вид:

...

$$2Al + Cr2O3 = Al2O3 + 2Cr + Q.$$

Созданные Бекетовым основы методов алюминотермии и магниетермии позволили по аналогии создать позднее калиетермию и кальциетермию. Обобщает все эти методы металлотермия, с помощью которой удается получать титан, ниобий, цирконий, бор, уран, стронций, гафний, редкоземельные элементы, огнеупорный термиткорунд, магниды и другие металлы и сплавы.

Алюминотермия незаменима при сварке стальных трамвайных рельсов, проводов, труб, металлических конструкций. В место стыка засыпается термит (смесь порошка алюминия с железной окалиной), поджигается и буквально за минуту рельсы свариваются.

Говорят, химия – скучная вещь. Отнюдь. Однажды в кабинет Бекетова вбежал взволнованный слуга:

– Николай Николаевич! В вашей библиотеке воры!

Ученый с трудом оторвался от расчетов:

– И что же они, интересно, читают?..

# ПЕРИОДИЧЕСКИЙ ЗАКОН МЕНДЕЛЕЕВА

*Ученый-энциклопедист – химик, физик, метролог, технолог, экономист, приборостроитель, педагог; почетный член и дипломант 130 российских и зарубежных академий, университетов, научных обществ и организаций; обладатель многих орденов и медалей; один из главных консультантов российского правительства по ряду научных и народнохозяйственных проблем – от бездымного пороха и воздухоплавания до таможенных тарифов и реформы высшего образования, внук сельского священника П.М. Соколова, Дмитрий Иванович Менделеев (1834–1907) знаменит открытием периодического закона химических элементов (1869) – естественно-научной основы современного учения о веществе.*

Охотники до фактов с удовольствием расскажут о том, что Менделеев изготовил 40-градусную водку, во сне увидел свою таблицу, а на досуге мастерил классные чемоданы. Любители поэзии добавят, что на дочери химика был женат А. Блок. Сам же Дмитрий Иванович, человек знаменитый, но очень скромный, делом своей жизни считал «три службы Родине». «Плоды моих трудов – прежде всего в научной известности, составляющей гордость – не одну мою личную, но и общую русскую… Лучшее время жизни и ее главную силу взяло преподавательство. Из тысяч моих учеников много теперь повсюду видных деятелей, профессоров, администраторов, и, встречая их, всегда слышал, что доброе в них семя полагал, а не простую отбывал повинность. Третья служба моя Родине наименее видна, хотя заботила меня с юных лет по сих пор. Это служба по мере сил и возможности на пользу роста русской промышленности» (из неотправленного письма председателю Совета министров С.Ю. Витте).

*Портрет Д.И. Менделеева. Художник Н.А. Ярошенко*

«Три службы» включали в себя больше двух десятков направлений деятельности Менделеева, в которых ученый достиг выдающихся результатов. Свои фундаментальные исследования он провел в неорганической и органической химии; в химии твердого тела и теории растворов; в физике жидкостей и газов; в технологии твердого топлива и стекла; в технологии нефти и экономике нефтяной промышленности; в метеорологии и

воздухоплавании; в кораблестроении и освоении Крайнего Севера; в метрологии и эталонах; в биологии и медицинской химии; в агрохимии и сельском хозяйстве; в вопросах народонаселения…

К Менделееву как к эксперту часто обращались государственные чиновники. По государевой и по своей доброй воле он объездил страну вдоль и поперек, изучил множество учебных заведений и производств, везде серьезно влиял на ситуацию и всегда добивался положительного эффекта. Ученый оставил 500 научных работ и целую армию учеников, прославивших Россию.

Трижды выдвигаемый иностранными учеными на Нобелевскую премию (1905, 1906, 1907), Менделеев так и не был удостоен этой награды – дважды по причине закулисных интриг Нобелевского комитета и в третий раз – по причине своей смерти. Видно, не судьба была получить русскому ученому премию А. Нобеля, с братом которого у Дмитрия Ивановича был серьезный конфликт из-за хищнического способа потребления Нобелями и Ко российской нефти.

Один из главных трудов Менделеева – учебник «Основы химии» (1868–1871), выдержавший восемь изданий и переведенный на основные европейские языки, – повлиял на тысячи химиков-неоргаников. Этой работой, стержнем которой является открытый ученым периодический закон химических элементов, Менделеев заложил фундамент здания современной химии и ряда смежных наук. Как выяснилось, без знания этого закона, на основе которого была создана периодическая система элементов, немыслимы никакие химические и физические исследования вообще.

На вопрос журналистов, правда ли, что таблицу ученый увидел во сне (а это действительно было так, но не спонтанно, а после многолетних раздумий), ученый не без иронии отвечал: «Я над ней, может, двадцать пять лет думал, а вы полагаете: сидел, и вдруг пятак за строчку, пятак за строчку, и готово!»

До этого мифа родился еще один – что Менделеева «родной отец» водки. Водку Дмитрий Иванович не «открывал». Докторскую диссертацию на тему «Рассуждение о соединении спирта с водою» в 1865 г. защитил, было дело, но уже после защиты назвал идеальной крепость водки 38°. (Это число округлили до 40, дабы акциз повысить.)

Однако же именно эта диссертация подвигла ученого на раздумья (которые, впрочем, были у него еще со студенческой скамьи). Получив через два года после ее защиты в университете кафедру неорганической химии, которую он занимал потом

23 года, профессор обнаружил, что собственно курса общей химии и нет – ни у нас, ни на Западе. И, не откладывая в долгий ящик, взял и этот курс за год написал. При подготовке второго выпуска учебника автор при систематизации химических элементов объединил их по сходным свойствам и атомному весу в несколько групп: литий, натрий и калий; хлор, бром и йод; кальций, стронций и барий и т. д. Собственно, это и стало первым шагом ученого к его великому открытию.

До Менделеева ряд европейских ученых (А.Э. Шанкуртуа, И.В. Деберейнер, Д.А. Ньюлендс, Ю.Л. Мейер и др.) были на полпути к открытию этого закона, но ни одна из предложенных ими систем не охватывала всю совокупность известных химических элементов, и предлагаемые группы элементов объединялись не по четкой закономерности, а порой произвольно.

Заведя для всех элементов (на тот момент их было 63) «именные» карточки и пытаясь найти в их взаимном расположении некую закономерность, Менделеев совершил нестандартный шаг. Исходя из своих предпосылок о повторяемости свойств элементов, он уточнил атомные веса нескольких элементов (например, урана вместо 60– 240), сделал рокировку элементов (кобальта с никелем, теллура с йодом и т. п.), три карточки оставил вовсе вакантными – под будущие, еще не открытые элементы, но с предсказанными им свойствами и атомным весом. В 1869 г. химик опубликовал первый вариант своей таблицы (19 строк, 6 столбцов) как графическую иллюстрацию закона, по которому «свойства простых тел, а также формы и свойства соединений элементов, а потому и свойства образуемых ими простых и сложных тел стоят в периодической зависимости от их атомного веса». Впервые Дмитрий Иванович назвал закон «периодическим» в 1870 г.

Сущность открытия заключалась в том, что с ростом атомной массы химических элементов их свойства меняются периодически. После определенного количества разных по свойствам элементов, расположенных по возрастанию атомного веса, свойства повторяются, хотя и с определенными изменениями.

В дальнейшем автор неоднократно перекраивал свою таблицу: перенес из центра таблицы на ее края галогены и щелочные металлы, исправил атомные веса одиннадцати элементов, изменил местоположение двадцати. В 1871 г. периодическая (т. н. короткая) таблица приняла современный вид. Статью ученого «Периодическая законность для химических элементов» перевели на немецкий язык, разослали ее оттиски

европейским химикам. Но таблица завоевала мир не сразу. Только через 15 лет, когда были открыты галлий, скандий и германий, свойства которых с удивительной точностью предсказал Менделеев, она стала для всех ученых неоспоримым, как таблица умножения, фактом. Дальнейшее развитие периодической системы было связано с заполнением пустых клеток таблицы, в которые помещались новые элементы: благородные газы, природные и искусственно полученные радиоэлементы. Появление квантовой теории дало новое, более глубокое содержание этой системе.

За 140 лет возникло несколько сотен вариантов изображения периодической системы (таблиц, кривых и других геометрических фигур). Сегодня в качестве основного принят т. н. длинный вариант (длиннопериодная форма), утвержденный Международным союзом теоретической и прикладной химии (IUPAC).

Прошел век, как нет Менделеева, и особый смысл обрели его слова о самом себе: «Ни капиталу, ни грубой силе, ни своему достатку я ни на йоту… не служил, а только старался… дать плодотворное промышленно-реальное дело своей стране в уверенности, что политика, устройство, образование и даже оборона страны ныне без развития промышленности немыслимы».

# ОРГАНИЧЕСКИЙ КАТАЛИЗ И НЕФТЕХИМИЯ ЗЕЛИНСКОГО

*Химик-органик, педагог, член многих академий и научных обществ мира, президент Московского общества испытателей природы, заслуженный деятель науки СССР, лауреат Премии им. В.И. Ленина, трижды лауреат Сталинской премии СССР, Герой Социалистического Труда, кавалер четырех орденов Ленина и двух орденов Трудового Красного Знамени, профессор МГУ, академик АН СССР, Николай Дмитриевич Зелинский (1861–1953) прославился как изобретатель первого в мире универсального угольного противогаза, создатель научной школы и основоположник гетерогенного органического катализа и нефтехимии.*

Зелинский «двулик». Совместив в себе две ипостаси – ученого и педагога, он вошел в историю мировой науки как автор двух величайших научных достижений. Это – собственно его труды (их сотни) по органическому катализу и нефтехимии и научная школа, созданная Николаем Дмитриевичем в 1920–1930 гг. и воспитавшая более сотни профессоров, членов-корреспондентов и академиков АН СССР. Многие из учеников Зелинского – выдающиеся ученые А.Н. Несмеянов, А.А. Баландин, Б.А. Казанский, Л.Ф. Верещагин, К.А. Кочешков, С.С. Наметкин, К.П. Лавровский и др. – организовали собственные школы и внесли огромный вклад в развитие науки и промышленности страны. Этот очерк вполне можно было бы озаглавить «Школа химиков-органиков Зелинского». Посвятив себя, по его собственному признанию, «приложению научных истин для создания разнообразных химических ценностей, полезных человечеству», Зелинский не мог не воспользоваться широчайшими возможностями, предоставленными ему в начале 1920-х гг., для создания собственной школы. Тем более что тем самым он убивал сразу двух зайцев. У знаменитого к тому времени химика было столько идей и замыслов, что довести их до ума мог только научный коллектив, спаянный общей идеологией и заряженностью на подвижничество. Ученый стал одним из организаторов Института органической химии АН СССР (1934; ныне им. Зелинского), лаборатории сверхвысоких давлений этого института (1939), еще ряда лабораторий, Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева; являлся почетным членом Московского общества испытателей природы, а с 1935 г. – его президентом.

*Н.Д. Зелинский. Художник П.И. Котов*

С первого курса Николай посвятил себя органической химии; первое научное исследование в области химии глицидных кислот опубликовал в 1884 г. в «Журнале Русского физико-химического общества». Тогда же он получил диплом об окончании университета, был оставлен работать при кафедре химии и вскоре направлен на стажировку в Германию. В Геттингене, занимаясь синтезом новых веществ, Зелинский приготовил «промежуточный продукт – дихлордиэтилсульфид, – оказавшийся сильным ядом». Молодой человек, получив ожоги рук и тела, на целый семестр оказался прикованным к больничной койке. Как оказалось потом, Зелинский впервые синтезировал сильнейшее отравляющее вещество (ОВ) – иприт. Он же стал и его первой жертвой. Похоже, сама судьба направила химика в тот момент на мысли о создании эффективного средства против этого яда – противогаза.

В 1888 г. Зелинский был зачислен приват-доцентом в Новороссийский университет; на следующий год защитил диссертацию «К вопросу об изомерии в тиофеновом ряду» и стал магистром химии. А через 2 года блестяще защитил докторскую – «Исследование явлений стереоизомерии в рядах предельных углеродистых соединений» и был назначен экстраординарным профессором Московского университета по кафедре

аналитической и органической химии, в котором потом, за перерывом в 6 лет (1911–1917), проработал всю свою жизнь. Научные интересы ученого сосредоточились на химии алициклических соединений, в первую очередь углеводородов, а также на химии нефти.

В 1915 г. немцы впервые применили на французском, а затем на русском фронте отравляющие вещества, от которых погибли десятки тысяч военных (всего за годы войны от них пострадало больше миллиона человек). Зелинский, придя к идее создания защиты от отравляющих газов, основанной на сорбируемости этих веществ активированным углем, разработал угольный противогаз, оказавшийся универсальным средством защиты от ОВ. Совместно с инженером Э.Л. Куммантом они предложили конструкцию, в которой поглотительный фильтр Зелинского был соединен с резиновой маской Кумманта. Противогаз Зелинского – Кумманта, принятый на вооружение во всех армиях с обеих сторон, спас сотни тысяч человеческих жизней. Только в России за время Первой мировой войны было произведено 11 185 750 таких противогазов. К слову, Зелинский, в отличие от Кумманта, запатентовавшего маску, не получил за свое изобретение ни копейки.

В Гражданскую войну, когда молодая республика оказалась отрезанной от нефтяных районов и была лишена топлива, Зелинский нашел выход и предложил метод получения бензина каталитическим крекингом мазута и солярки, находившихся в цистернах и нефтехранилищах Поволжья. Тогда же ученый разработал еще один метод, ставший одним из величайших его открытий, – обессеривание высокосернистых нефтей (каталитическое гидрирование в присутствии катализаторов) и получение таким образом топлива для двигателей внутреннего сгорания.

У Зелинского масса исследований, связанных с промышленной переработкой нефти. Поскольку терминология нефтехимии и вообще органической химии весьма трудна и специфична, обойдемся без «умных слов» и скажем лишь, что ученый стал автором теории дегидрогенизационного и гидрогенизационного катализа, которая тут же нашла свое практическое применения и вывела Зелинского в число крупнейших мировых химиков-органиков. Ученый открыл много новых явлений: селективный (избирательный) катализ, «необратимый катализ», каталитическое образование ароматических углеводородов из алканов и циклоалканов. А еще Николай Дмитриевич занимался биохимией, генезисом нефти, химией аминокислот, синтетическим каучуком, реакциями при

сверхвысоких давлениях и при ультрафиолетовом излучении…

Идеи Зелинского продолжают жить в делах сегодняшних ученых. Ученики продолжили многие его работы, среди которых мультиплетная теория катализа, синтез углеводородов и исследование их каталитических превращений, синтетические алюмосиликаты-цеолиты, химия белка, органический синтез…

«Химия часто одаряла меня величайшими наслаждениями познания еще не разведанных тайн природы, – писал ученый. – Она дала мне возможность послужить людям… Я уверен, что ни один из тех, кто заинтересуется химией, не пожалеет о том, что выберет эту науку в качестве своей специальности».

Право, слова эти лишний раз подтверждают мысль, что не место красит человека, а человек – место.

# ВЫСОКОЕ ДАВЛЕНИЕ ИПАТЬЕВА

*Химик-органик, военный инженер, генерал-лейтенант, организатор отечественной химической промышленности, председатель Научно-технического совета химической промышленности, директор Института высокого давления; заслуженный профессор Михайловской артиллерийской академии, академик Петербургской АН (РАН, АН СССР), член многих академий и университетов Старого и Нового Света; лауреат Премии им. В.И. Ленина, кавалер французского ордена Почетного легиона, медалей Лавуазье, Бертло, Гиббса и др., заслуженный деятель науки и техники, «глава нашей химической промышленности» (В.И. Ленин), Владимир Николаевич Ипатьев (1867–1952) является автором нескольких десятков книг, сотен научных статей и изобретений, основоположником каталитического органического синтеза, разработчиком метода высокого давления и аппарата («бомбы Ипатьева») для изучения превращения веществ при высоких давлениях и температурах.*

Долгая плодотворная жизнь Владимира Николаевича Ипатьева в науке состояла из трех периодов: дореволюционного (1895–1917), советского (1917–1930) и американского (1930–1952). Поскольку главные открытия были сделаны Ипатьевым в первый период, а самые важные работы написаны во втором, то есть в России, мы и посвящаем научным достижениям ученого этот очерк. Волей судеб оказавшись в Штатах, Ипатьев до последнего дня не порвал с родиной своих духовных связей, не раз безуспешно пытался вернуться домой. До 1936 г. все свои труды он печатал только в советских журналах и посылал дефицитное оборудование и лабораторный инвентарь в научные учреждения СССР.

*В.Н. Ипатьев*

Признанный в США «самым великим человеком во всей истории химии» (Ипатьев, к слову, не имел высшего химического образования) и названный в 1937 г. «человеком года», профессор и директор Лаборатории катализа и высоких давлений Нортуэстернского университета все заработанные им деньги вкладывал в развитие лаборатории, приглашая на работу только русских и американцев, знавших русский язык.

Увы, сегодня горько осознавать справедливость слов ученика Ипатьева, американского профессора Г. Сайнса, сказанных им после смерти Владимира Николаевича на чужбине: «Вы, русские, не представляете себе, кого вы потеряли в лице Ипатьева, не понимаете даже, кем был этот человек. Каждый час своей жизни здесь, в США, всю свою научную деятельность он отдал России. Беспредельная любовь к родине, какой я никогда и ни у кого из эмигрантов не видел, была той почвой, на которой произрастали

все выдающиеся результаты исследовательских трудов Ипатьева».

Но перейдем к фундаментальным научным достижениям химика, которые навечно остались в России. Главное из них – «Каталитические реакции при высоких температурах и давлениях» – так называлась докторская диссертация Ипатьева (1908), в которой ученый обобщил свои исследования 1901–1907 гг. и которая принесла ему мировую известность. Позднее Владимир Николаевич выпустил под этим названием одну из лучших монографий катализа. Эта проблема и стала делом всей его жизни.

Своими исследованиями каталитических явлений Ипатьев продолжил изыскания русских химиков К.С. Кирхгофа, Г.Г. Густавсона, Д.П. Коновалова и др., а также работы французского химика П. Сабатье в области гетерогенного катализа. Развивая органический синтез с применением специальных катализаторов, Ипатьев вывел органическую химию на ведущее место и получил с помощью гетерогенного катализа, проводившегося в экстремальных условиях множество практически важных продуктов. Главным объектом изучения ученого были пирогенетические реакции, проводимые с катализатором глиноземом ($A12O3$) при высоких давлениях (больше 300–400 атм).

Цикл исследований Ипатьева открыл его доклад «О двойном каталитическом разложений алкоголей» (1901) и множество статей, посвященных разработанным им «высокотемпературным» методам. Одна из реакций, открытых ученым, ныне носит его имя.

Блестяще обосновав теоретически введение в каталитическую практику высокого давления, Ипатьев сконструировал специальный высокопрочный аппарат с термометром и термопарой (1904). «Бомба Ипатьева» стала прототипом современных химических реакторов и автоклавов.

Владимир Николаевич с первых своих работ в этой области был уверен в их практической пользе. «Метод высоких давлений, введенный в науку по моему почину, – писал он, – получит исключительное значение в промышленности жидкого горючего, подобно тому как он завоевал себе полное право гражданства в синтезах аммиака, мочевины, метанола и других важнейших химических продуктов».

В 1909 г. Ипатьев применил высокие давления и для проведения неорганических реакций, в частности, вытеснения металлов из водных растворов солей водородом. Тогда же ученый получил из этилового спирта бутадиен (дивинил), нашедший мировое применение как основной мономер в производстве

синтетического каучука. Химик активно использовал многофункциональные катализаторы при крекинге, риформинге и других процессах переработки нефти, получил олефины из спиртов, первым из химиков осуществил полимеризацию этилена, указав на возможность получения полиэтилена различной молекулярной массы. Результаты работ Ипатьева нашли практическое воплощение в получении полиэтилена, изопрена, жидкого топлива из угля, в переработке нефти.

В годы Первой мировой войны глава Химического комитета при Главном артиллерийском управлении генерал-лейтенант Ипатьев, осуществляя снабжение фронта продуктами военной химии и руководство строительством новых химических предприятий, не забывал и про науку, но вернулся к ней вплотную уже после Гражданской войны. 1920-е гг. оказались наиболее плодотворной порой для научного творчества ученого. В частности, он установил, что ароматизация (процесс обогащения нефтяного сырья ароматическими углеводородами) необходима не только для получения из нефти бензола, толуола и их производных, но и для повышения антидетонационных свойств моторного топлива, что было тут же внедрено в практику моторостроения.

Эти и другие труды ученого подняли химическую промышленность СССР на уровень с западноевропейской и даже превысили его.

В США особо отметили заслуги Ипатьева в изготовлении высококачественных бензинов для американской авиации в период Второй мировой войны. Три завода, производящие это топливо, поставили в СССР и разместили их в Уфе, Красноводске и Орске.

В первой трети XX в. научная общественность не сомневалась, что нашедшие широкое применение методы высокого давления в химии будут увенчаны Нобелевской премией. Так и случилось – в 1931 г. немецкие химики-технологи Ф. Бергиус и К. Бош, последователи В.Н. Ипатьева, получили эту премию – «За заслуги по введению и развитию методов высокого давления в химии», с лестным панегириком: «Введение методов высокого давления в химию представляет собой эпохальное событие в области химической технологии».

Для большинства химиков осталось неясно, почему Королевская АН заслуги Ипатьева приписала другим лицам. Объяснение тому историки науки видят в том, что у русского ученого не было должным образом оформленного патента. Как правило, русские изобретатели вообще мало заботились о своевременном патентовании своих открытий.

Не исключено также, что Нобелевский комитет в данном случае, как и в ряде других, оказался в плену не научных, а политических пристрастий. С одной стороны, русские эмигранты не могли простить Ипатьеву его «сотрудничество с Советами», усугубленное еще тем обстоятельством, что в доме его брата Николая в Екатеринбурге была в 1918 г. расстреляна царская семья. С другой – европейцы всегда относились с предубеждением к научным достижениям россиян. Да и немецкий концерн «И.Г. Фарбениндустри», к тому времени подмяв под себя экономику западноевропейских стран, диктовал свою волю фактически всей Европе.

Нобелевский лауреат Ф. Бергиус позднее сам признал, что, в частности, его метод деструктивной гидрогенизации углей до жидкого моторного топлива был целиком основан на работах В.Н. Ипатьева.

# ХРОМОТОГРАФИЯ ЦВЕТА

*Химик, ботаник-физиолог, биохимик, приват-доцент Варшавского, профессор Юрьевского (ныне Тарту) и Воронежского университетов, действительный член Петербургского общества естествоиспытателей и Немецкого ботанического общества; лауреат Академической премии им. М.Н. Шахматова I степени, кавалер орденов Святого Станислава 3-й и 2-й степени, Святой Анны 3-й степени, юбилейной медали в честь 300-летия дома Романовых, Михаил Семенович Цвет (1872–1919) основные свои труды посвятил изучению пластид и пигментов растений и разработке методов их исследований. Созданная ученым хроматография стала одним из 20 великих открытий, преобразовавших, по мнению экспертов, науку, технику и промышленность XX века. Федерация европейских химических обществ относит М.С. Цвета наряду с четырьмя другими русскими учеными – Ломоносовым, Менделеевым, Бутлеровым и Семеновым к числу ста выдающихся химиков прошлого.*

Наименование науки, открытия или изобретения довольно часто состоит из собственного названия и имени своего создателя. Например, геометрия Лобачевского, сварка Патона, «свеча Яблочкова». Но чтобы название науки совпадало с именем ее родоначальника – такое случается крайне редко. Ярчайший пример подобного слияния можно найти в хроматографии (от др.-греч. χρωμα – цвет и γράφω – пишу), открытой М.С. Цветом. В ней автор идеально вписался в название своего детища, невольно породив тавтологию и в заглавии нашего очерка – «Цвет Цвета», а точнее – «Цветопись Цвета». К слову заметим, что сам химик не был обуреваем тщеславием и менее всего повинен в таком совпадении; оно – всего лишь дело случая (а может, и судьбы). Михаил Семенович Цвет, сын итальянки – Марии де Дороцца и крупного русского чиновника Семена Николаевича Цвета, высшее образование получил в Швейцарии. Там же он стал доктором естественных наук. В 1896 г. Цвет приехал в Россию и несколько месяцев не мог устроиться на работу по единственной причине – степень доктора Женевского университета у нас не признавалась, поскольку по тогдашним требованиям не «тянула» даже на степень бакалавра. Многомесячное прозябание подтолкнуло ученого к повторной защите магистерской диссертации в Казанском университете в 1901 г., после чего он занял место ассистента кафедры физиологии и анатомии растений Варшавского университета. Житейские неурядицы (Цвет, не имея жилья, несколько лет ночевал в ботаническом кабинете на

лабораторном столе), видимо, только способствовали его истовым занятиям.

*М.С. Цвет*

Изучая физиологию растений, ученый жаждал расшифровать зеленый пигмент листьев. Этой проблемой в мире занималось тогда множество химиков и ботаников, но никто не мог разделить близкие по свойствам пигменты (неорганические красители). Применявшиеся для этих целей стандартные процедуры были невероятно сложны и громоздки и требовали большого числа реактивов.

Чтобы выделить и очистить пигменты зеленого листа – хлорофиллы, Цвет провел множество опытов (было исследовано более ста различных по своей природе минеральных и органических адсорбентов), заключавшихся в том, что в стеклянную трубку с тонко измельченным порошком очищенного мела он наливал зеленый раствор пигментов, а затем по каплям

добавлял бензол. Пигменты адсорбировались (поглощались) крупинками мела и, растворяясь, опускались вниз. Там они разделялись с образованием окрашенных колец – от ярко-зеленого до желто-оранжевого цвета.

Извлеченный из трубки мел разрезался на цветные кружочки, представлявшие собою индивидуальные вещества, и затем исследовался. Полученную при разделении веществ разноцветную картину, напоминавшую разложение света на спектр, Цвет и назвал хроматограммой, а метод – хроматографией.

Ученый нашел, что кружочки являли собою два вида хлорофиллов и каротиноиды (пигмент, окрашивающий осенью листья в разные цвета). То есть разделив считавшийся дотоле однородным зеленый пигмент на несколько веществ, Цвет впервые получил в чистом виде хлорофиллы А и В. Эти исследования вообще развеяли убежденность ботаников в том, что в каждом растении содержится свой вид хлорофилла – дубовый, пихтовый, ромашковый… Цвет сузил поиск хлорофиллов до двух форм. Позднее этот метод позволил получить в чистом виде хлорофиллины a, b, g (хлорофиллы a, b, c) и ряд изомеров ксантофилла.

Химик был уверен, что новый метод подойдет и для разделения бесцветных веществ, что вскоре нашло свое подтверждение. Тогда же Цвет сформулировал и закон адсорбционного замещения.

Впервые о своих исследованиях Цвет сообщил в двух докладах – на XI Съезде естествоиспытателей и врачей в Санкт-Петербурге (1901) и на заседании ботанического отделения Варшавского общества естествоиспытателей (1903).

Термин «хроматография» в первый раз появился в двух печатных работах Цвета в 1906 г., опубликованных в немецком журнале «Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft». А в 1907 г. Цвет выступил на заседании Немецкого ботанического общества с сообщением об открытии хроматографии и продемонстрировал первый хроматограф и принцип его действия.

После этого ученый занимался доработкой своего метода до начала Первой мировой войны. В 1910 г. Цвет защитил диссертацию на степень доктора ботаники; в 1911 г. сделал доклад на втором Менделеевском съезде «Современное состояние химии хлорофилла»; получил Большую премию РАН им. М.Н. Ахматова за книгу по теме диссертации – «Хромофиллы в растительном и животном мире».

Гениально простой метод был не воспринят современниками. Более того, нашлось немало ниспровергателей. Скорее всего, по этой причине ученого забаллотировал Нобелевский комитет в

1918 г. и открытие было забыто на 10 с лишним лет.

В конце войны немцы заняли Юрьев, где в университете преподавал Михаил Семенович. Цвет вынужден был эвакуироваться в Воронеж. Там профессор ботаники по какой-то причине остался без продовольственных карточек. Он читал лекции в университете, хотя в последние дни от слабости не мог стоять за кафедрой. 26 июня 1919 г. ученый умер от голода. Могила была затеряна, найдена лишь в 1992 г. На плите оставили надпись: «Ему дано открыть хроматографию – разделяющую молекулы, объединяющую людей».

Открытие Цвета получило широкое признание в 1930-х гг., когда стало применяться для разделения и идентификации пигментов, витаминов, ферментов, гормонов и других органических и неорганических соединений.

В СССР метод и имя Цвета вернулись с Запада, где сохранились считавшиеся утраченными в войну рукописные труды ученого.

Вряд ли какой другой метод исследования веществ развивался в середине XX в. так же бурно, как хроматографический. Он стал «виновником» доброго десятка Нобелевских премий, поскольку был основой большинства достижений в науке и технике XX в.

По мнению доктора химических наук В.А. Даванкова и доктора химических наук Я.И. Яшина, хроматография представляет собою сегодня «самый распространенный и совершенный метод разделения смесей атомов, изотопов, молекул… уникальный метод качественного и количественного анализа сложных многокомпонентных смесей; самостоятельное научное направление и важный физико-химический метод исследования и измерения; препаративный и промышленный метод выделения веществ в чистом виде; мощную отрасль научного приборостроения».

Это чрезвычайно эффективный процесс, позволяющий в одном эксперименте разделять более 1000 индивидуальных компонентов и до 2000 белков в биологических объектах либо использовать его для сверхтонкой очистки вещества.

Диапазон применения хроматографических методов огромен: от анализа атмосферы планет Солнечной системы до полного анализа содержимого одной живой клетки.

Выдающуюся роль хроматография играет в химической, нефтехимической, газовой, целлюлозно-бумажной, пищевой и других отраслях промышленности; в технологическом контроле и поддержании оптимального режима производства; в контроле исходного сырья и качества готовой продукции; в анализе газовых

и водных сбросов производства.

На каждом крупном заводе постоянно функционирует до 600 газовых хроматографов; в лабораториях Госсанэпиднадзора, экологических центрах, токсикологических лабораториях, в учреждениях Водоканала, в лабораториях Госкомгидромета, в ветеринарных лабораториях, на станциях защиты растений, в лабораториях судебной и судебно-медицинской экспертизы эксплуатируются десятки, если не сотни тысяч газовых, жидкостных и ионных хроматографов.

# СИНТЕТИЧЕСКИЙ КАУЧУК С.В. ЛЕБЕДЕВА

*Химик-органик; профессор Военно-медицинской академии, Ленинградского технологического, Психоневрологического и Женского педагогического институтов, ЛГУ; академик АН СССР; организатор и руководитель ряда лабораторий (химической переработки нефти, каменного угля, синтетического каучука, высокомолекулярных соединений АН СССР); заведующий химической частью завода «Нефтегаз»; кавалер золотой медали Международной выставки по железнодорожному делу, двух почетных золотых медалей Российской АН, ордена В.И. Ленина; лауреат Большой премии И.Д. Толстого Российской АН, Премии им. Ф.Э. Дзержинского за исследования в области каталитической гидрогенизаци, Сергей Васильевич Лебедев (1874–1934) является основоположником промышленного способа получения синтетического каучука.*

С появлением в начале XX в. автомобилей, аэропланов, танков и тракторов на резиновом ходу резко возросла потребность в шинах. Новые отрасли промышленности (в первую очередь электротехническая) нуждались в электроизоляционных материалах, прорезиненных тканях, конвейерных лентах, приводных ремнях, уплотнителях, резиновых клеях, всевозможных шлангах и рукавах. Ассортимент товаров широкого потребления пополнился резиновой обувью, одеждой, игрушками, спортивным инвентарем, предметами санитарии и гигиены. Появился спрос на водолазные костюмы и прочую экзотику. Поначалу резины на эти цели хватало. Сырьем для нее служил натуральный каучук из млечного сока (латекса) бразильской гевеи, произраставшей на плантациях в тропических странах. ( *«Каучу»* – сок гевеи, с языка индейцев Амазонки.)

Резину получают при вулканизации этого полимера – высокомолекулярного непредельного углеводорода элементарного состава (C5H8)n. Главная способность каучука заключается в высокой эластичности при комнатных и умеренно низких температурах – метровую пластинку можно растянуть до 9 м без потери свойств.

В довоенной России резиновая промышленность была развита слабо, и отношение властей, да и научного сообщества к работам химиков, занимавшихся невероятно сложной «резиновой» проблемой, также оставляло желать лучшего.

*С.В. Лебедев*

Первая мировая война выявила колоссальную зависимость любой страны от каучука. Стоило Антанте отрезать Германию от импорта каучука, как у подданных кайзера Вильгельма II тут же начались серьезные проблемы с шинами для танков, пушек, машин. Немецкие химики смогли получить из изопрена первый синтетический метилкаучук, но от него из-за дороговизны и крайне низких эксплуатационных свойств после войны тут же отказались.

Правительство СССР, не желая повторять печальный опыт противника, проявило максимум усилий по созданию резиновой промышленности на основе отечественного каучука. Прорабатывались два варианта получения каучука: натурального

– поиск каучуконосов, пригодных для разведения в нашей стране (этой проблемой занимался Н.И. Вавилов); и синтетического, для чего в 1926 г. был объявлен всемирный конкурс на производство искусственного каучука с премиальным фондом 150 000 рублей (100 000 – за первое место). Через 2 года конкурсанты должны были передать в жюри 2 кг дешевого продукта, не уступающего по свойствам природному, описание лабораторного и заводского способов его получения.

С.В. Лебедев занимался синтезом каучука еще в 1900-х гг. параллельно с другими химиками – И.Л. Кондаковым и И.И. Остромысленским. В 1910 г. Лебедев впервые получил из дивинила синтетический бутадиеновый каучук. 19-граммовый образец произвел впечатление на коллег ученого, но никак не на представителей промышленности. «Исследование в области полимеризации двуэтиленовых углеводородов» (1913) Лебедева стало в дальнейшем научной базой промышленного синтеза каучука, а целый цикл работ ученого по полимеризации этиленовых углеводородов лег в основу промышленных методов получения бутилкаучука и полиизобутилена.

Лебедев создал «великолепную семерку» энтузиастов-химиков и в свободное от работы время и за свой счет занялся невероятно трудоемкой работой. Все приходилось делать самим – закупать подсобные материалы, колоть и таскать с Невы необходимый для опытов лед. Руководитель группы был одновременно «и исполнителем, и лаборантом, и слесарем, и стеклодувом, и электромонтером». Без опыта и интуиции Лебедева, без его железной уверенности в правильности выбранного пути вряд ли это предприятие увенчалось успехом.

Разработав «одностадийный промышленный способ получения бутадиена из этилового спирта путем совмещенной каталитической реакции дегидрогенизации и дегидратации», ученый успел получить в лаборатории общей химии в Ленинградской военно-медицинской академии к установленному сроку 2 кг синтетического натрий-бутадиенового каучука – диолифина.

Сырьем для получения каучука вначале была нефть, но вскоре перешли на этиловый спирт, получаемый из картошки. В качестве катализаторов Лебедев взял природные глины, а катализатором полимеризации послужил металлический натрий. Первоначальный 20-процентный выход дивинила на затраченный спирт затем был доведен до 40 %.

Жюри конкурса признало лебедевский продукт победителем, способ его получения – перспективным и дало добро на его дальнейшую разработку, для чего правительством были

отпущены необходимые средства.

Лебедев составил проект Опытного завода, который был построен в Ленинграде в 1930 г. В течение года синтетический каучук был получен в промышленных масштабах (первый блок весом 260 кг), изучены его свойства, найдены активные наполнители, предложены методы и технологии получения из него высокотехничной резины и резинотехнических изделий. Автомобильные покрышки успешно выдержали серьезное испытание в знаменитом Каракумском пробеге (9400 км по дорогам и бездорожью маршрута Москва – Ташкент – Красноводск – Баку – Москва).

В 1931 г. Сергей Васильевич Лебедев был награжден орденом Ленина за «особо выдающиеся заслуги по разрешению проблемы получения синтетического каучука», а в следующем году избран действительным членом АН СССР.

Совет труда и обороны СССР принял решение о строительстве первых трех заводов синтетического каучука проектной мощностью 10 000 т в год каждый. Так в мире появилась новая промышленность синтетического каучука.

Когда американский изобретатель Т.А. Эдисон, тщетно занимавшийся каучуковой проблемой, узнал об успехе русских, он не поверил и заявил: «Этого нельзя сделать. Я бы сказал даже больше, весь этот отчет является фальшивкой. На основании моего собственного опыта и опыта других стран сейчас нельзя сказать, что получение синтетического каучука вообще когда-либо будет успешным» (В. Азерников).

Тем не менее именно СССР накануне Второй мировой войны занял первое место в мире по производству синтетического каучука.

В Германии каучук был синтезирован в 1936–1937 гг., а в США – в 1942 г.

В 1950-х гг. советские химики вернулись к одному из путей, которые осваивал С.В. Лебедев – к производству каучука из нефтяных газов и продуктов переработки нефти. Это был новый шаг в получении еще более высококачественного искусственного каучука.

2 мая 1934 г. Лебедев скончался от сыпного тифа. Его жена Анна Петровна Остроумова исполнила последнее желание Сергея Васильевича – «деньги за внедрение синтетического каучука передала на устройство будущей химической лаборатории в Академии наук».

# ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА СЕМЕНОВА

*Химик, физик, общественный деятель, депутат Верховного Совета СССР нескольких созывов; профессор, заведующий кафедрой химической кинетики МГУ; академик, академик-секретарь отделения химических наук, вице-президент АН СССР, родоначальник огромной научной школы; член 14 иностранных академий и обществ; заместитель директора Ленинградского физико-технического института, директор Института химической физики АН СССР; один из основателей Московского физико-технического и Московского инженерно-физического институтов, основатель и председатель Научного центра АН СССР в Черноголовке; один из главных участников советского ядерного проекта; председатель правления общества «Знание»; лауреат двух Сталинских и Ленинской премий, Нобелевской премии 1956 г. по химии (совместно с С. Хиншелвудом); обладатель почетной степени Honoris causa восьми известных университетов мира; кавалер 9 орденов Ленина, Золотой медали им. Ломоносова АН СССР; дважды Герой Социалистического Труда, Николай Николаевич Семенов (1896–1986) является первооткрывателем ионно-гетерогенного катализа, автором общей количественной теории цепных реакций, теории теплового взрыва газовых смесей и других открытий мирового уровня. Главной заслугой Семенова считается основание им нового направления в физической химии – химической физики.*

На первый взгляд большой разницы между физической химией и химической физикой нет. Но это, конечно, только на первый взгляд – для людей особо не отягощенных естественно-научным образованием. Впрочем, даже они наверняка слышали о таинственных алхимиках, которые и занимались на стыке средневековой науки и искусства «физической химией», а попросту – «химичили». Так вот, никакого отношения к нашему предмету это не имеет. Первым этот термин ввел в 1752 г. М.В. Ломоносов, назвав свои лекции «Курсом истинной физической химии». Это направление «наше всё» определил так: «Физическая химия – наука, которая должна на основании положений и опытов физических объяснить причину того, что происходит через химические операции в сложных телах». (Сегодня определение сократили до «науки об общих законах физики и химии».)

Получив методологическое основание, физическая химия развивалась и обогащалась, пока в 1930-х гг. от нее не отпочковалась самостоятельная ветвь – «химическая физика». Это

направление узурпировало часть функций родоначальницы и занялось изучением физических законов, управляющих строением и превращением химических веществ. «Предметом физической химии (классической) является суммарное рассмотрение химических процессов, протекающих с одновременным участием множества частиц, тогда как предметом химической физики – рассмотрение отдельных частиц и взаимодействий между ними, то есть элементарных процессов».

Термин обязан своим рождением немецкому физико-химику А. Эйкену, выпустившему в 1930 г. «Учебник химической физики». (Справедливости ради стоит отметить, что за 3 года до этого вышла книга советских ученых В.Н. Кондратьева, Н.Н. Семенова и Ю.Б. Харитона «Электронная химия», в которой была изложена суть науки, не получившей еще своего названия.) Сама наука возникла не по прихоти ученых, а вследствие появления квантовой механики с ее представлениями, теории химической связи, открытия межмолекулярных взаимодействий и реакционной способности молекул.

*Н.Н. Семенов*

Спрос на новую отрасль знания оказался столь велик, что уже в 1931 г. у нас был организован Институт химической физики АН СССР, а в США с 1933 г. стал издаваться «Journal of Chemical Physics» («Журнал химической физики»).

Пограничная область между химией и новыми разделами физики, вобравшая в себя последние научные достижения, получила быстрое развитие – в первую очередь благодаря открытию и изучению ранее неизвестные типов химических реакций. В частности, теории разветвленных цепных реакций, которую независимо друг от друга развивали в 1920–1930-е гг. советский ученый Н.Н. Семенов и английский физико-химик С.Н. Хиншвулд. В 1956 г. оба исследователя были удостоены Нобелевской премии по химии (к слову, из российских химиков Семенов – единственный лауреат по этой номинации) – «за исследования в области механизма химических реакций».

Разработанная Семеновым теория цепных химических реакций легла в основу создания полимеров – веществ с заранее заданными свойствами, химических лазеров и др.

(Цепными реакциями называют сложные реакции, в которых промежуточные активные частицы, регенерируясь в каждом элементарном акте, вызывают цепь превращений исходного вещества. Различают химические цепные реакции (горение, полимеризация) и ядерные. В первых активными частицами выступают свободные радикалы, возбужденные атомы и молекулы, во вторых – нейтроны.)

Опубликованная в 1934 г. Семеновым монография «Цепные реакции» закрепила за ним и руководимым им Институтом химической физики роль мирового лидера в области химической кинетики.

Еще одним шагом по развитию новой науки стало создание Семеновым теории теплового взрыва газовых смесей (самовоспламенения), впервые изложенной в его статье «К теории процессов горения» (1928). На основе этой теории химик в дальнейшем построил учение о распространении пламени, детонации, горении взрывчатых веществ и порохов.

Предыдущие открытия априори подготовили Семенова к участию в ядерном проекте. В 1945 г. Николай Николаевич сам обратился к правительству с предложением участвовать в работах по созданию атомного оружия. Институт химической физики успешно участвовал в расчетах, измерении констант, подготовке полигона и оборудования для испытаний.

В 1955 г. Семенов сделал очередное выдающееся открытие: новый тип катализа – ионно-гетерогенный. Ученым и его учениками была развита цепная теория гетерогенного катализа, разработаны статистическая теория каталитической активности, теория топохимических процессов и кристаллизации.

Во второй половине XX в. Семенов стал инициатором нового направления развития химической физики – биологического. В результате за несколько десятилетий химическая физика стала теоретической основой науки о жизни, и на слиянии ее и биологии возникла новая наука – биохимическая физика, которая по прогнозам (академик А.Е. Шилов) в нашем веке должна стать основной в понимании молекулярных механизмов процессов, происходящих в живых организмах.

Н.Н. Семенов создал знаменитую семеновскую научную школу химической физики и воспитал блестящую плеяду учеников, ставших академиками: В.Н. Кондратьева, Л.Б. Зельдовича, Ю.Б. Харитона, В.В. Воеводского, В.И. Гольданского, Н.С. Ениколопова, Н.М. Эмануэля, А.И. Шальникова, А.Е. Шилова,

Д.Г. Кнорре, М.А. Садовского, А.Б. Налбандяна и многих других.

Современный этап в развитии химической физики характеризуется широким применением масс-спектрометрии, рентгеноструктурного анализа, электронной микроскопии, ядерного магнитного резонанса, метода спинового эха, электронографии и ионографии, ударно-волновых и десятков, если не сотен других методов теоретической и экспериментальной физики.

Химическая физика нашла широчайшее применение в науке и технике. Она изучает процессы горения и взрыва, электронную структуру молекул и твердых тел, элементарные акты химических реакций, молекулярные спектры и т. д. В ней сегодня выделились два основных направления: «определение электронной и атомно-молекулярной структуры химических частиц и образованных ими веществ и исследования, связанные с решением проблем химической динамики, то есть изменений во времени энергетических и структурных характеристик частиц».

Ныне получили дальнейшее развитие многие разделы химической физики, разработанные Семеновым и его учениками – электрохимия и катализ, квантовая и ядерная химия; появилась химия низких температур и высоких энергий, фото– и плазмохимия, радиационная химия… Не забыта и прародительница этой науки – физическая химия.

Говорить о применении этой науки на практике можно много, но разве упомянутых полимеров, химических лазеров и атомной бомбы мало?

# Геология, геофизика

# КЛИМАТОЛОГИЯ ВОЕЙКОВА

*Метеоролог-климатолог, географ, путешественник, популяризатор науки; доктор философии Геттингенского университета, почетный доктор физической географии Московского и профессор Петербургского университетов; член-корреспондент Петербургской АН, член многих русских и зарубежных научных обществ; организатор и председатель Метеорологической комиссии Русского географического общества (РГО); основатель и главный редактор первого метеорологического журнала «Метеорологический вестник»; организатор 12 специальных станций с расширенной программой сельскохозяйственных метеорологических наблюдений; редактор отдела географии Энциклопедического словаря Брокгауза и Ефрона, один из инициаторов и организаторов специального географического высшего образования, первый директор Высших географических курсов; глава Петербургского вегетарианского общества; обладатель большой золотой медали РГО и золотой медали Всемирной выставки в Париже 1878 г., Александр Иванович Воейков (1842–1916) является основоположником климатологии в России.*

Если бы потребовалось назвать из великих русских ученых самого доброго и отзывчивого, кандидатом № 1 наверняка бы стал Александр Иванович Воейков. Это был скромный вечный труженик-бессребреник и потому, наверное, свободный человек.

А.И. Воейков – из когорты русских ученых-естественников (Н.И. Вавилов, В.А. Обручев), которые не только исходили мир, но и оставили миру свои фундаментальные научные исследования, составившие гордость России.

«Долго ль мне гулять на свете / То в коляске, то верхом, / То в кибитке, то в карете, / То в телеге, то пешком?» – эти строки явно о Воейкове. Легче назвать, где не «погулял» путешественник, чем перечислить места, которые Александр Иванович видел собственными глазами. Во всяком случае, на корабле он обогнул земной шар и посетил Западную и Восточную Европу, Ближний Восток, Северную, Центральную и Южную Америку, Южную, Переднюю и Юго-Восточную Азию, Европейскую часть России, Кавказ, Южный Урал, Крым, Среднюю Азию… В некоторых регионах он побывал не раз и не два, и не в одном, а в десятках мест.

*Могила А.И. Воейкова в Санкт-Петербурге*

Ученого гнала по миру жажда исследователя. С 8 лет Воейков записывал сведения о температуре воздуха, направлении и скорости ветра, о дождях, снежных буранах, грозах и иных явлениях природы, стараясь увязать их в стройную систему.

Грандиозные путешествия дали ученому материал к не менее грандиозному научному и научно-популярному наследию: 1700 публикаций вышло из-под его пера – книг, статей, рефератов, рецензий, заметок самого разного свойства (перечень их занимает более 60 страниц машинописного текста). Из них как минимум четыре сотни (есть данные – 517) классических научных трудов по климатам.

Труды метеоролога венчает монография «Климаты земного шара, в особенности России». Эта книга, изданная в 1884 г. Санкт-Петербургским картографическим заведением А. Ильина, в твердом переплете мраморного цвета, с приложением 14 графических таблиц и 10 карт давно стала библиографической редкостью. Энциклопедия климатологии земного шара была переведена на основные европейские языки. За этот труд РГО удостоило ученого высшей своей наградой – золотой Константиновской медалью.

За время, прошедшее с той поры, о климате в мире накоплено столько информации, что для ее обобщения вновь требуется климатолог ранга Воейкова. Тем не менее до сих пор труды русского ученого (прежде всего «Климаты земного шара») используются как учебное пособие, и главные его выводы «не полиняли и перышком». Что же это за положения?

До Воейкова в науке не имелось классификации климатов Земли, отсутствовали описания отдельных климатических зон, не было систематизации рек по гидрологическому режиму, неясна была взаимосвязь климата с основными компонентами природы – почвой, воздухом, водами, растительным и животным миром. Никто из ученых не занимался атмосферой, снегом, обледенением, не изучал культурного (и бескультурного) воздействия человека на природу. И т. д.

Все это Воейкову пришлось осваивать и систематизировать впервые. Он был не только пионером многих земель, часто продираясь по ним сквозь заросли с топором в руке, но и пионером науки. Все, о чем говорится далее, он сделал впервые, потому мы это слово опустим.

По большому счету, Воейков дал описание системы климатов и поставил задачу выяснения сущности метеорологических явлений и структуры климатических процессов. Ученого не пугало отсутствие многолетних метеорологических данных. В обобщениях ему помогали эрудиция, интуиция и убежденность во взаимосвязанности всех природных явлений. Исследователь использовал любой косвенный признак – от типа жилища до структуры почв.

При изучении климатических и географических явлений Воейков применил т. н. метод балансов – количественно характеризующий динамические явления по перемещению вещества и энергии в ландшафтных комплексах. Этот метод нашел широкое приложение в физической географии (радиационный баланс, тепловой, водный, баланс снежного покрова, баланс биомассы и т. д.), а также стал основой работы физико-географических станций и вообще геофизики ландшафта.

Учитывая целый комплекс климатических факторов (многолетних, сезонных и суточных колебаний уровня воды, температуры и расходов воды, ледовых явлений, наносов и т. п.), Воейков сгруппировал реки по гидрологическому режиму. Классификация Воейкова стала основой всех последующих классификаций.

Воейков рассмотрел климатическое взаимодействие различных территорий при переносе воздушных масс, исследовал циркуляцию атмосферы, установил роль муссонов на Дальнем Востоке и вообще во внетропической зоне. Нашел отрог высокого давления, простирающийся от сибирского антициклона через степи России в Западную Европу, – т. н. «ось большого материка Воейкова» – и выяснил его роль в распределении ветров на Русской равнине. Для понимания процессов приземного климата стал изучать высокие слои атмосферы.

Начав осваивать историю изменений климата Земли, ученый создал палеоклиматологию. Приведя в систему знания о сезонных явлениях природы, сроках их наступления и причинах, определяющих эти сроки, основал фенологию. Обработав громадный массив данных, заложил основы сельскохозяйственной метеорологии. Эти науки помогли ему «внедрить» в Закавказье чай, бамбук и цитрусовые; на юге России начать выращивать кукурузу и табак, а на севере – лен и зерновые; Средней Азии предложить египетский и американский хлопок.

А еще Воейков заложил основы учения о снеге, снежном покрове, его влиянии на почву, климат и погоду и способах исследования; изучал оледенение и вечную мерзлоту; занимался вопросами осушения заболоченных и орошения засушливых районов; в борьбе с засухой предложил полезащитное лесоразведение; разработал методы повышения урожайности сельхозкультур; занимаясь курортологией («Климат Боржома и Боржомского имения» и другие работы), нашел несколько новых районов для организации климатических лечебных мест…

Поддадимся естественному искушению сказать о Воейкове доброе слово. Дадим его племяннице Александра Ивановича – Н.И. Ильиной.

«А.И. Воейков, так же как и друг его Д.И. Менделеев, не был академиком… И вообще в царской России “дядюшка профессор” пользовался куда меньшей известностью, чем наш дальний родственник В.Н. Воейков, ничем не отличившийся, кроме своей близости ко двору Николая II.

Все почести, вся слава – памятник, село и обсерватория, названные именем Воейкова, и пролив в архипелаге Курильских

островов, и ледник на Северном Урале, тоже его имя носящие, – все это пришло к Александру Ивановичу лишь после смерти, что, видимо, обычно для наших широт, где, по слову Пушкина, любить умеют только мертвых.

Как бы, вероятно, изумился своим посмертным почестям этот скромнейший, деликатнейший человек, при жизни своей даже академиком не ставший и избранный в члены-корреспонденты лишь на шестьдесят девятом году жизни. Писал, изобретал, делал открытия, путешествовал, учился, учил других, помогал всем, кому мог, взвалил на свои плечи огромную семью брата, а сам жениться не успел…»

# ГЕОХИМИЯ ВЕРНАДСКОГО

*Естествоиспытатель, мыслитель, общественный деятель, историк и организатор науки, профессор Московского университета, академик Петербургской АН и АН СССР, первый президент АН Украины, член-корреспондент Парижской АН, иностранный член Чешской и Югославской АН, Британской ассоциации наук, Немецкого химического общества, Геологического общества Франции, Минералогических обществ США и Германии, основатель и директор Биогеохимической лаборатории, Радиевого института и других научных учреждений, организатор и председатель Комиссии по изучению естественных производительных сил России, лауреат Сталинской премии. Владимир Иванович Вернадский (1863–1945) является автором многочисленных трудов (около 700) по геологии, минералогии, философии естествознания, науковедению, биосфере и ноосфере. Важнейшим достижением ученого стало создание им комплекса современных наук о Земле – геохимии, биогеохимии, генетической минералогии, радиогеологии, гидрогеологии, а также организация соответствующих научных школ.*

Нередко Вернадского называют Ломоносовым XX века. Уж очень многообразна была деятельность ученого – естествоиспытателя-энциклопедиста, философа, историка и организатора науки. Он оставил свой след в самых разных областях человеческого знания и создал много новых. В последнее время чаще упоминают о Владимире Ивановиче как о мыслителе, занятом проблемами биосферы и ноосферы. Сам Вернадский считал науку и философию двумя различными, хотя и взаимосвязанными способами познания мира, причем философию называл «жизненной атмосферой, питательным бульоном для науки». Оставим ноосферу философам и займемся землей – геологией, минералогией, геохимией.

*В.И. Вернадский*

Постоянным предметом исследований Вернадского была история минералов и химических элементов Земли. Начав с разработки вопросов минералогии и кристаллографии, ученый большую часть жизни создавал и развивал геохимию, а последние 15 лет жизни занимался проблемами биохимии. «Под занавес» Вернадский выдвинул идею перерастания биосферы (области жизни) в ноосферу (область разума), тем самым наделив стихийный разум направляющей силой сознательной эволюции.

60 лет отдал ученый «камню», которым заложил фундамент «могущества российского». Нашу страну считают мировой кладовой полезных ископаемых, причем не потенциальных, а открытых и изученных – во многом благодаря инициативам Вернадского.

После защиты магистерской диссертации по минералогии (1891) и докторской по кристаллографии (1897) ученый активно

участвовал в геологических экспедициях по горнорудным районам Восточной и Центральной Европы, Крыма, Кавказа, Забайкалья, Урала, Ферганы. В 1909 г. Вернадский на съезде русских естествоиспытателей и врачей в Москве сделал доклад «Парагенезис химических элементов в земной коре», положивший официальное начало этой новой науке. Геохимик успешно занимался количественными оценками распределения химических элементов в земной коре и развивал представление о природных изоморфных рядах, открывшее путь к формулированию законов распределения. Новый метод исследования истории химических элементов с применением явления радиоактивности, которое Вернадский начал изучать первым в России, базировался на существовании генетической связи химических элементов. Результаты своих исследований ученый публиковал в выпусках «Опытов описательной минералогии».

В начале XX в. Вернадский уже был научным светилом мировой величины, создавшим новую естественно-научную дисциплину – геохимию, «описывающую судьбу и превращения атомов Земли и космоса». Вместе с другими выдающимися геохимиками – А.Е. Ферсманом, Ф.У. Кларком (США) и В.М. Гольдшмидтом (Норвегия) – он сформулировал основные задачи новой науки: исследование распространенности химических элементов и их распределения (вместе с изотопами) в Земле в целом; изучение закономерностей поведения (миграции элементов) химических элементов в геологических и техногенных процессах, ведущих к концентрации или рассеянию элементов, формированию горных пород и минералов, месторождений полезных ископаемых.

Ученый стал основоположником нескольких разделов геохимии:

– историю, условия накопления и геохимическую роль неживого органического вещества изучает органическая геохимия;

– геохимическое влияние техногенных процессов, связанных с деятельностью промышленных предприятий и техники исследует геохимия техногенеза;

– закономерности разделения изотопов элементов в геологических процессах и разработку критериев использования этих данных для решения теоретических и прикладных задач геологии постигает геохимия изотопов;

– космическими объектами (планетами, их спутниками, астероидами, метеоритами, космической пылью и др.) занимается геохимия космоса.

Логическим продолжением геохимии стала биогеохимия Вернадского (1916), содержавшая новый взгляд на окружающую природу и природу человека, – наука о роли организмов в истории химических элементов Земли и о взаимосвязи организмов с земной корой.

Значительный вклад в разработку всех этих направлений геохимии сделан коллегами и учениками Вернадского – Я.В. Самойловым, А.Е. Ферсманом, А.П. Виноградовым, Б.Б. Полыновым, А.И. Перельманом.

В 1927 г. Вернадский предложил Геохимическую классификацию элементов по признаку их геохимического сходства, то есть по признаку их совместной концентрации в определенных природных системах. В классификации он выделил шесть геохимических групп: благородные газы, благородные металлы, циклические элементы, рассеянные элементы, элементы сильнорадиоактивные и элементы редких земель.

Не забывал ученый и о комплектовании минералогической части музея АН, ставшего благодаря его стараниям Геологическим и минералогическим музеем мирового уровня. Первым директором его был сам Вернадский. Из каждой поездки за рубеж, из каждой экспедиции он привозил коллекции камней и метеоритов. Ежегодно со всех частей света присылали в музей по сотне и более коллекций. Есть в музее и минерал из Италии, названный именем ученого – вернадскит.

Проблему радиоактивности Вернадский изучал много лет. Осознав, какую огромную энергию можно извлечь из ядер урана, геолог поначалу занимался картированием месторождений радиоактивных минералов и сбором образцов, затем в 1909 г. создал специальное радиологическое отделение при Петербургской геохимической лаборатории, еще через несколько лет разработал атомную программу, одобренную и профинансированную правительством и частными лицами, организовал несколько экспедиций по поиску месторождений урана. Дойдя до идеи цепной реакции и ядерного синтеза, ученый не смог продолжить работы в этом направлении из-за социальных перемен, прервавших его научные исследования. И хотя в 1921 г. учеником Вернадского В.Г. Хлопиным был получен первый русский радий из ферганской руды, а по инициативе самого Вернадского в 1922 г. в Петербурге был создан Радиевый институт, Владимир Иванович остановился буквально на пороге создания атомной бомбы. И только через 10 лет, в 1930-е гг., Вернадский инициировал продолжение работ по поиску урана, а в июне 1940 г. создание Комиссии по урану, чем фактически положил начало ядерному проекту в СССР.

Связанной с этой проблемой и одной из самых молодых геологических наук, получившей на протяжении прошлого века развитие во многих странах мира, стала радиогеология Вернадского.

Состоя в трех (из восьми) отделений АН СССР – геолого-географическом, физико-математическом и химических наук, ученый до последних дней был не «свадебным генералом», а полководцем науки.

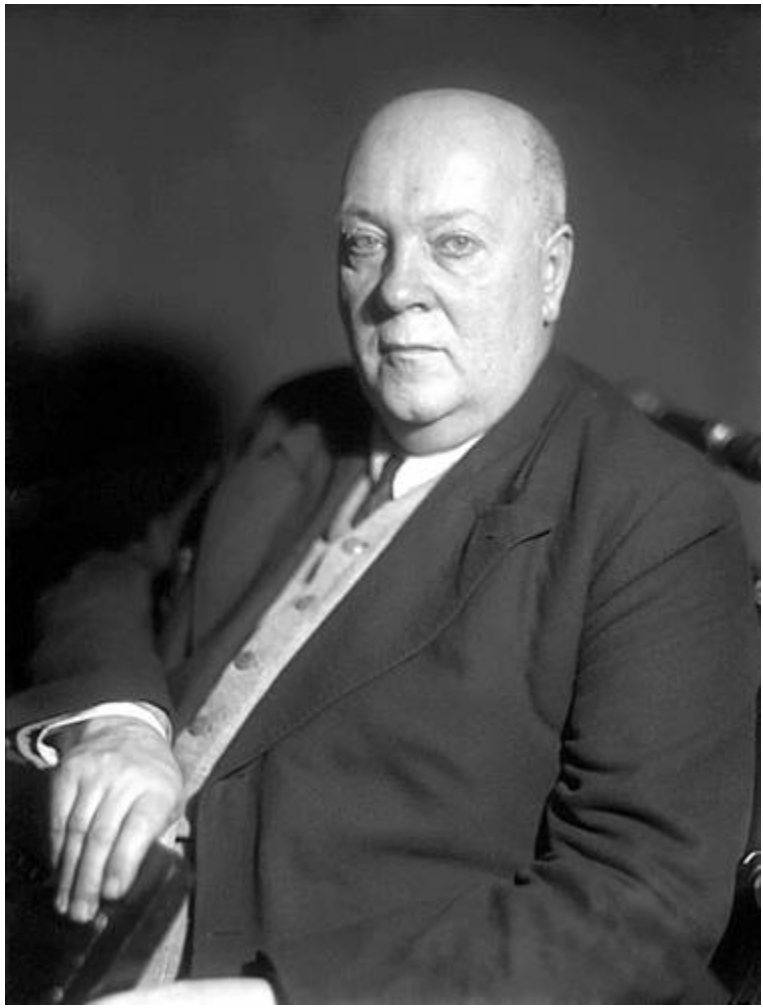
В 1940 г., когда Владимиру Ивановичу было 77 лет, вышли в свет его «Биогеохимические очерки», в 1944 г. – «Несколько слов о ноосфере». Последние годы Вернадский возглавлял Комитет по метеоритам и космической пыли, Комиссию по изотопам, участвовал в работе Международного комитета по геологическому времени и др.

На сегодня геохимия заняла ведущее место среди наук о Земле, подтвердив предсказание Вернадского о ее центральной роли среди наук о веществе.

# ГЕОХИМИЯ ФЕРСМАНА

*Геолог, минералог, геохимик; государственный и общественный деятель; пропагандист и популяризатор наук о Земле; профессор, заведующий кафедрами Московского городского народного университета им. А.Л. Шанявского, Высших женских Бестужевских курсов, Петроградского (Ленинградского) университета, ректор Географического института; академик, вице-президент АН СССР, организатор и председатель Уральского филиала АН СССР; член многих зарубежных академий и научных обществ; ученый секретарь Комиссии по изучению естественных производительных сил России при АН; председатель специальной Комиссии сырья и химических материалов Комитета военно-технической помощи; старший хранитель минералогического отделения Геологического и минералогического музея Санкт-Петербургской АН; директор Минералогического музея АН СССР; руководитель многочисленных геологических экспедиций; организатор и директор Минералогического, Геохимического институтов АН СССР, Института геохимии, минералогии и кристаллографии им. М.В. Ломоносова, Института геологических наук АН СССР; основатель и редактор журнала «Природа»; лауреат Премии им. В.И. Ленина, Сталинской премии I степени и других премий, кавалер ордена Трудового Красного Знамени, обладатель медали Волластона и др. отечественных и иностранных наград, Александр Евгеньевич Ферсман (1883–1945) является одним из основоположников геохимии.*

А.Е. Ферсман, внесший вклад в развитие наук о Земле не меньший, чем В.И. Вернадский, создал вместе со своим учителем современную геохимию, изучающую историю атомов и элементов в земной коре. Этих ученых, посвятивших свою жизнь новой науке, подарившей им мировую известность, можно назвать «поэтами камня» (А.Н. Толстой).



*А.Е. Ферсман*

Александр Евгеньевич часто говорил, что его «жизнь – это история любви к камню», и эта любовь воплотилась у Ферсмана в целую пирамиду трудов. Ученый создал два десятка фундаментальных монографий по геохимии. Написал 1500 статей по минералогии и кристаллографии, по химии и геологии, по астрономии и географии, по археологии и аэрофотосъемке, по биологии и почвоведению, по философии и искусству. Издал ряд научно-популярных книг, ставших классикой жанра. Составил и прочитал несколько учебных курсов по геохимии. Открыл промышленные месторождения полезных природных ископаемых – апатиты, серу, медь, никель, редкоземельные элементы и т. д. Организовал и руководил множеством геологических экспедиций, университетских кафедр, академических и отраслевых институтов. Возглавил десятки государственных и иных комиссий. Внес неоценимую лепту в создание минерально-

сырьевой базы государства. Ну и наконец, огранил геохимию как алмаз.

Что же главное в работах Ферсмана?

Пожалуй, идея единства и тесной связи всех наук о Земле – геологии, географии, геофизики, геохимии, петрографии, теории рудных месторождений и т. д.

Еще – мысли и теории, относящиеся к энергетике геохимических процессов. До Ферсмана редко кто рассматривал взаимосвязь природных процессов с законами термодинамики. Геохимик впервые проследил зарождение, дифференциацию и кристаллизацию химических элементов при остывании природных растворов (расплавов, магм). Обобщив огромный фактический материал, накопленный предшественниками, Ферсман дал исчерпывающее толкование этого механизма. Ученый объяснил закономерности совместного нахождения в земной коре минералов и химических элементов, связанных общими условиями образования (парагенезис), впервые представил распределение элементов по различным оболочкам, или геосферам, Земли, истолковал образование различных типов рудных месторождений.

Считая геохимию частью химии космоса, Ферсман выделил несколько фундаментальных проблем этой науки. Прежде всего, это влияние изменений температуры и давления на химическую жизнь Земли и на образование концентрических оболочек планеты (геосфер) со своей геологической начинкой. К этому ученый добавил участие в геохимических процессах на поверхности Земли микроскопических коллоидных частиц, видоизменяющихся и проникающих на значительные глубины в почву осадков, и, наконец, деятельность живых организмов и человека.

Свое учение Ферсман изложил в фундаментальных трудах, создаваемых на протяжении более чем 30 лет.

Первым минералокристаллографическим исследованием ученого (совместно с норвежским геохимиком В.М. Гольдшмидтом) стало «Der Diamant» («Алмаз», 1911), изданное на немецком, а затем и на русском языках. В нем описаны разновидности кристаллов алмаза различных морфологических типов, условия их образования, процесс кристаллизации алмаза, различия между формами роста и формами растворения. В частности, указано, что округлые алмазы образуются в результате растворения плоскогранных кристаллов.

В работе «Исследования в области магнезиальных силикатов» (1913) представлены результаты исследований минералов зоны гипергенеза (поверхностных изменений пород и минералов в коре

выветривания и биосфере). Выделив группу водного алюмосиликата магния – палыгорскита (т. н. горная кожа), до того не исследованную минералогами, ученый дал систематику этой группы минералов и их генезис. Эти работы стали пионерными в коллоидной химии и привлекли внимание многих ученых.

В монографии «Геохимия России» (1922) представлен первый опыт геохимического районирования европейской части России, основанный на анализе геологической истории района. В каждом районе рассмотрены основные геохимические процессы и типичные химические элементы, основные рудные месторождения.

В сочинении «Химические элементы Земли и Космоса» (1923) для численного выражения распространенности химических элементов в геохимической системе Ферсман ввел понятие «кларк», установил связь распределения элементов с периодической системой и строением атома, поставил вопрос о расширении задач науки, изучающей химическую жизнь природы, и предложил создать новую науку – космохимию (астрохимию) – химию Вселенной. Основы космохимии можно найти и у самого Ферсмана – в его исследованиях метеоритов и в теории о миграции атомов в мировом пространстве. Ученый дал объяснение неравномерному распространению различных элементов в мироздании, обусловленному строением их атомов, а также предложил связанный с этим метод обнаружения месторождений рудных и нерудных ископаемых.

Четверть века Ферсман отдал исследованиям пегматитовых (изверженных) жил, имеющих большое практическое значение, поскольку с ними связаны месторождения драгоценных камней, разнообразных слюд, полевых шпатов, оловянного камня, радиоактивных и редких минералов и др. Пегматит называют еще письменным гранитом. В 1931 г. был опубликован классический труд геохимика, один из крупнейших в минералогии вообще, – «Пегматиты. Их научное и практическое значение», в котором ученый изложил открытые им законы распределения этих пород в различных по типу пегматитовых жилах, а также структуру изучения процессов минералообразования, благодаря чему эта монография стала настольной книгой каждого минералога и геохимика. Суть этой работы состоит в том, что автор показал, как выделяются при остывании магмы минералы и как они сочетаются друг с другом. Это дает верный ориентир при поиске редкоземельных минералов, связанных с пегматитами.

Итогом многолетних исследований Ферсмана стала четырехтомная монография «Геохимия» (1933–1939), получившая

мировое признание. За сей труд в 1943 г. Лондонское геологическое общество наградило русского ученого своей высшей почетной наградой – Палладиевой медалью им. Волластона. (В свое время эту награду получил Ч. Дарвин.)

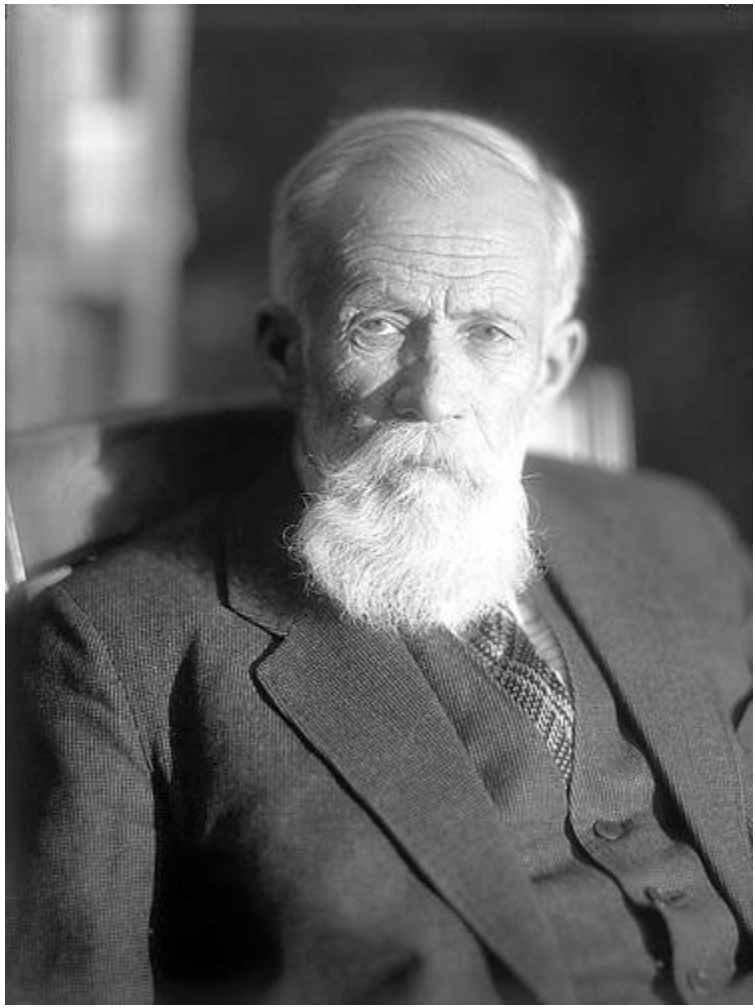
Исключительный интерес представляют две работы геохимика: «Геохимические и минералогические методы поисков и разведок полезных ископаемых» (1940) и «Полезные ископаемые Кольского полуострова» (1941). Последняя удостоена Сталинской премии I степени. В этих трудах помимо глубокого геохимического анализа минеральных комплексов и прочих теоретических проработок, объяснялись процессы скопления отдельных химических элементов в определенных местах Кольского полуострова и давались прогнозы новых поисков, увенчавшихся в скором времени успехом.

Эти монографии явились обобщением геологоразведочных работ Ферсмана в Хибинах на протяжении 20 лет. На Кольском полуострове ученый открыл крупнейшие в мире апатитовые месторождения, залежи меди, титана, никеля, железа и др. Александр Евгеньевич не только открыл, но и смог побороть государственных чиновников, сомневавшихся в целесообразности промышленной разработки апатитов, а также дать свою технологию переработки апатитовой руды.

# ГЕОЛОГИЯ СИБИРИ ОБРУЧЕВА

*Геолог, палеонтолог, географ, путешественник, историограф, популяризатор геологии, педагог, лектор, общественный деятель, писатель-фантаст; надворный советник; профессор и первый декан горного отделения Томского технологического института, профессор Таврического университета (Симферополь) и Московской горной академии; академик, академик-секретарь отделения геолого-географических наук АН СССР; член Русского географического общества (РГО) и 20 других отечественных и зарубежных научных обществ, почетный президент Географического общества СССР; основатель Геологического института; директор Института мерзлотоведения АН СССР; первый штатный геолог Сибири; председатель Комиссии по изучению вечной мерзлоты; лауреат двух премий им. П.А. Чихачева Парижской АН, им. Н.М. Пржевальского, им. В.И. Ленина, двух Сталинских премий; обладатель Константиновской золотой медали РГО, первой Золотой медали им. А.П. Карпинского АН СССР, кавалер ордена Святого Владимира, 5 орденов Ленина, Трудового Красного Знамени, других орденов и медалей; Герой Социалистического Труда, Владимир Афанасьевич Обручев (1863–1956) известен как исследователь геологии Сибири, Центральной и Средней Азии, создатель новой ветви геологии – неотектоники.*

Говоря о В.А. Обручеве, все восторги и восклицания надо оставить в стороне. Иначе из них не выбраться, поскольку для своих исследований ученый нашел не самые маленькие территории – Сибирь, Центральную и Среднюю Азию. Эти земли (десятки тысяч верст) геолог прошел, изучил, оставил о них свыше семидесяти 550-страничных томов (3872 работы) научных наблюдений и исследований, сделал в них немало геологических и географических открытий. «Редкое геологическое учреждение мира коллективно выпустило столько печатной продукции, сколько дал один Обручев» (академик М.А. Усов). А еще Владимир Афанасьевич написал несколько шедевров научной фантастики: «Плутония», «Земля Санникова», «В дебрях Центральной Азии. Записки кладоискателя» и др.



*В.А. Обручев*

По окончании Петербургского горного института в 1886 г. Владимир выбрал совершенно неисследованную область Центральной Азии (там не было ни одного геолога, да и вообще в России тогда было всего 7 таких специалистов) – Каракумы, где велось строительство Закаспийской (Ашхабадской) железной дороги. Лиха беда начало. Затем геолог был верен себе и этому определившему его судьбу первому выбору – легких и пройденных троп он не искал.

Вот, к примеру, 2 года и 2 месяца из долгой жизни ученого, которые он провел в экспедиции знаменитого путешественника Г.Н. Потанина в Центральную Азию (1892–1894). За это время Обручев прошел, часто с риском для жизни, отдельным маршрутом 13 625 км, из них половину там, где не ступала нога европейца. Результатом этого «похода» стал уникальный дневник наблюдений, картографическая съемка маршрута, 800 замеров

высот, 7000 образцов, 1200 отпечатков ископаемых животных и растений и пр. Это путешествие по широте охвата территории и по богатству собранного материала считается непревзойденным. Более того, в геологии и географии Центральной Азии после Обручева не осталось белых пятен. Научными работами русского геолога пользуются в Китае и поныне.

Но мы из Китая перенесемся в Сибирь, поскольку эта территория не меньшая, а для нас – более важная. И основные труды геолога посвящены как раз ей, матушке. Там он изучал месторождения бурого угля и «сибирского гагата» Приангарья, лазурита и слюды в Прибайкалье, графита на Ольхоне (остров на Байкале), минеральные источники Ниловой пустыни и Ямаровки под Читой, исследовал геологию и золотоносность Ленских приисков, геологическое строение берегов Лены и озера Байкал, месторождение ртути и выходы мраморов на Алтае – для строящегося Московского метрополитена. Эту экспедицию на Алтай геолог осуществил, когда ему было 73 года. По возвращении ученый на базе уже имевшихся у него данных о палеогеографии этой горной области, а также новых исследований создал новую ветвь геологии – неотектонику (направление в геотектонике, посвященное изучению тектонических процессов, проявлявшихся во второй половине третичного периода).

Основными темами Обручева были происхождение лёсса (плодородный желтозем, состоящий из мелких песчинок с частицами глины и извести) в Центральной и Средней Азии; оледенение и вечная мерзлота в Сибири, общие вопросы тектоники и тектонического строения Сибири, геология месторождений золота Сибири и существование «древнего темени» Азии (горных сооружений – Саян, Прибайкалья, Забайкалья). Эти направления охватили добрый десяток различных наук – общая и региональная геология, палеогеография, тектоника, стратиграфия, геоморфология, мерзлотоведение и т. д.

Результаты исследований ученого вошли в несколько монографий: «Илинское золоторудное месторождение в Восточном Забайкалье» (1916), «Тунгусский угленосный бассейн» (1918), «Полевая геология» в 2 т. (1927), «Геология Сибири» в 3 т. (1935–1938), «История геологического исследования Сибири» в 5 т. (1931–1949), «Избранные работы по географии Азии» (1952) и др. Эти работы, отмеченные двумя Сталинскими премиями и другими наградами, стали классикой геологии, настольными книгами поколений геологов.

Перечислять все открытия геолога бессмысленно,

ограничимся лишь некоторыми.

Занимаясь экзогенными вопросами, Обручев доказал, что Сибирь была некогда покрыта ледниками и ее современный рельеф образовался в последнюю геологическую эпоху.

Вопреки принятому мнению, он установил, что впадина Байкала «создана… дизъюнктивными движениями земной коры (перемещениями участков земной коры по разломам и трещинам) и создана сравнительно недавно, иначе ее крутые склоны были бы уже сглажены размывом, а озеро его продуктами» (Н.В. Думитрашко).

В палеозойских отложениях Верхней Лены ученый выделил две группы – ярусы и свиты, а в Ленском золотоносном районе – древние и молодые участки долин, а также генезис золотых россыпей и их распределение.

Изучение проблемы лёсса привело исследователя к созданию эоловой гипотезы.

Занимаясь четвертичной геологией, мерзлотоведением, рудными месторождениями, магматическими проблемами, вопросами докембрия, неотектоники, литологии, Обручев всюду сказал свое слово.

Упомянутый гигантский труд по систематике геологических знаний «История геологического исследования Сибири» трудно сравнить еще с какой-либо монографией по геологическим вопросам.

Чтобы понять «размер научного вклада» Обручева в этом вопросе, достаточно сказать, что благодаря его исследованиям геологическая история Сибири делится на три периода: до Обручева, обручевский и после Обручева.

На похоронах В.А. Обручева в 1956 г. тогдашний министр геологии и охраны недр СССР П.Я. Антропов назвал Владимира Афанасьевича «главным геологом страны».

Секрет творческого долголетия и небывало высокой научной продуктивности Обручева стоит искать в его же сочинениях. Так, например, в одном из писем (цитация В.И. Щербакова) Владимир Афанасьевич писал: «Нельзя любить труд, не научившись уважать его, и нельзя научиться уважать, не относясь к нему серьезно, не отдавая ему безраздельно всего интереса и всех своих сил. Только отдавая лучшее, что в нас есть, мы можем получить лучшее, что может дать труд».

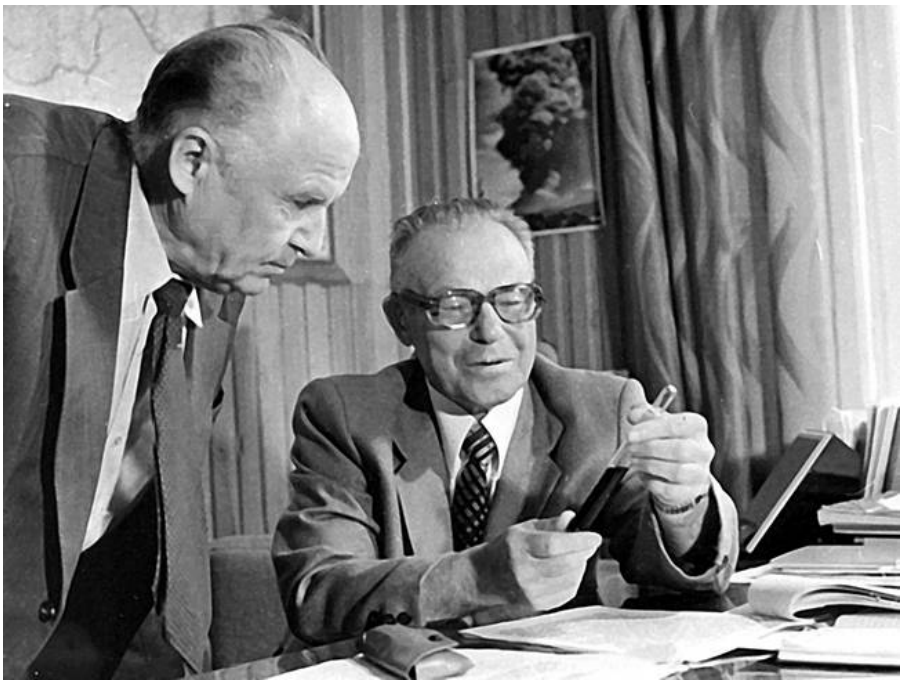
# ТРИ ПРОВИНЦИИ ТРОФИМУКА

*Геолог-нефтяник, профессор и заведующий кафедрой полезных ископаемых геолого-геофизического факультета Новосибирского государственного университета, академик АН СССР, первый заместитель председателя СО АН СССР; главный геолог трестов «Башнефть» и «Ишимбайнефть», Главнефтеразведки Министерства нефтяной промышленности СССР, директор Всесоюзного нефтегазового научно-исследовательского института, организатор и первый директор Института геологии и геофизики СО АН СССР; главный редактор журнала «Геология и геофизика»; депутат Верховного Совета РСФСР трех созывов; лауреат Государственной и двух Сталинских премий I степени, премии АН СССР им. И.М. Губкина; кавалер 6 орденов Ленина, ордена Октябрьской Революции, двух орденов Трудового Красного Знамени, более 10 других орденов и медалей; заслуженный деятель науки и техники РСФСР, почетный нефтяник Миннефтепрома СССР, почетный работник газовой промышленности СССР, заслуженный деятель науки Якутской, Башкирской и Бурятской АССР, почетный разведчик недр, почетный академик РАЕН, почетный член Российской экологической академии, почетный член АН Башкирии, почетный директор Объединенного института геологии, геофизики и минералогии СО РАН, почетный гражданин Новосибирска; Герой Социалистического Труда, Андрей Алексеевич Трофимук (1911–1999) является первооткрывателем трех крупнейших нефтегазоносных провинций мира: Волго-Уральской, Западно-Сибирской и Восточно-Сибирской. Автор более 1000 печатных работ.*

Лет пятьдесят назад Андрея Алексеевича Трофимука назвали «Главным геологом Сибири», то есть фактически – и страны. В СССР к тому времени было открыто множество месторождений нефти. Отдельные первопроходцы могли похвастать десятками обнаруженных залежей, но среди них один Трофимук мог записать на свой счет сразу три из пяти нефтегазоносных провинций России: Волго-Уральскую, Западно-Сибирскую и Восточно-Сибирскую, на которых было открыто больше 1500 месторождений нефти, газа и газового конденсата.

По определению, «нефтегазоносная провинция представляет собой ассоциацию смежных нефтегазоносных областей в пределах одного крупнейшего геоструктурного элемента или их группы».
Разведка месторождений в провинциях, занимающих огромные территории 1–2 млн км2, подобна поиску иголки в стогу сена, и ускорить ее и сделать точечной мог только научный подход, в

котором, однако, тоже нет никаких твердо установленных законов и исключена возможность какого-либо моделирования или эксперимента. Как показывает опыт, только высочайшая эрудиция и интуиция, а еще железная целеустремленность первопроходца позволяют добиться успеха в открытии отдельных месторождений, не говоря уж об открытии целых провинций.



*Академик А.А. Трофимук показывает академику В.А. Кузнецову образцы первой промышленной нефти Красноярского края*

Создатель советской нефтяной геологии академик АН СССР И.М. Губкин, изучив генезис и условия формирования нефтяных месторождений Северного Кавказа, в своем «Учении о нефти» изложил представления о происхождении нефти и условиях формирования нефтяных месторождений, а в работе «Урало-Волжская нефтеносная область» обосновал возможность создания «второго Баку».

Организовав первые в СССР кафедры по различным разделам науки о нефти и нефтяные научно-исследовательские институты, Губкин создал научную школу геологов-нефтяников, одним из самых выдающихся представителей которой и стал А.А. Трофимук. И хотя Андрей Алексеевич не был непосредственным учеником Губкина, он считал себя таковым. Именно эта уверенность в правоте учителя побудила Андрея Алексеевича в самый тяжелый период истории нашей страны отдать все силы поиску нефти в Урало-Волжском регионе, где по

прогнозам Губкина должны были быть огромные залежи нефти.

С началом Великой Отечественной войны потребность в нефти резко возросла. К тому же фашисты частично блокировали ее вывоз из Азербайджана. Тогда главный геолог треста «Башнефть» А.А. Трофимук начал бурение скважин в Карлинско-Кинзебулатовской зоне брахиантиклинальных складок (Татарская и Башкирская АССР, Оренбургская обл.). И хотя какое-то время поиски были безрезультатны, геолог продолжал изыскания. Многие видные геологи призывали прекратить бурения, и для Трофимука стоило большого гражданского мужества настоять на своем. Ученый применил новые для того времени технологии вскрытия и испытания нефтегазоносных горизонтов (солянокислотную обработку известняков, законтурное и внутриконтурное заводнение), обосновал наличие коллекторов в пермских отложениях этой зоны, взял на себя ответственность за бурение скважин и – победил! Открытие высокодебитного Кинзебулатовского и еще нескольких нефтяных залежей дали фронту и тылу необходимое горючее, а гигантское Туймазинское месторождение позволило довести добычу нефти в СССР до 300 млн т в год.

Когда академик М.А. Лаврентьев пригласил Трофимука организовать и возглавить в создаваемом Академгородке под Новосибирском Институт геологии и геофизики СО АН СССР, ученый тут же дал согласие и пророчески изрек: «Имея возможность ознакомиться с проблемой, я убедился: развитие нефтяной промышленности будет определяться именно Сибирью… С моей точки зрения, этот регион просто плавает на нефти».

Начал свою сибирскую эпопею академик с того, что предложил методику поисков месторождений нефти и газа применительно к условиям Сибири и Дальнего Востока. В своих работах «Нефтегазоносность Сибирской платформы» и «Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирской низменности новой нефтяной базы СССР» Трофимук впервые в мировой науке обосновал «необходимость поисков нефти и газа в древнейших, докембрийских, с возрастом более 570 млн лет осадочных породах и предсказал, что первые открытия такой древней нефти будут сделаны у нас в стране, в Восточной Сибири». Поначалу прогнозу никто не поверил, но уже через несколько лет была открыта докембрийская нефть, и это стало новым этапом в добыче нефти воистину «в мировом масштабе» не только у нас, но и за рубежом.

В 1970-х гг. по рекомендации Трофимука начали изучение фундамента Сибирской платформы с применением метода

дифференциальных зондирований с аппаратурой «Тайга». В результате был выявлен т. н. Непский свод, ставший вскоре одним из богатейших нефтеносных районов Восточной Сибири.

Ученый занимался не только открытием провинций, но и более «мелкими» проблемами: усовершенствованием методов разработки нефтяных месторождений и содействием открытию новых на Крайнем Севере, в Восточной Сибири, в Якутии – Уренгойского, Самотлорского (дававшего в 1970–1980-х гг. 150 млн т в год), Федоровского, Медвежьего, Ямбургского, Правдинского; научным обоснованием нахождения углеводородных газов в природе в твердом, гидратном состоянии (сегодня газ в гидратном состоянии считают важнейшим углеводородным ресурсом человечества в XXI в.) и т. д. и т. п.

В 1990-е гг. геологическая служба России была развалена, в Сибири ликвидированы многие геологоразведочные экспедиции, геологические управления, научные институты, у недр появились «владельцы» и, соответственно, расхитители природных богатств. При этом чем больше извлекалось из земли углеводородного сырья, тем меньше открывалось новых месторождений. В частности, иностранцам были переданы месторождения нефти и газа на Сахалине, на разведку которых Россия затратила 160 млн долларов. В результате новые хозяева, затратившие на добычу нефти и газа 20 % их стоимости, получили 90 % всего добытого.
Надо ли говорить, что для русских ученых, радеющих о «могуществе российском», все это стало невыносимым. Поэтому когда в 1998 г. Трофимук был награжден орденом «За заслуги перед Отечеством» IV степени и пожизненным ежемесячным пособием в 10 минимальных оплат труда, Андрей Алексеевич написал открытое письмо президенту России Б.Н. Ельцину, в котором отказался от президентской награды. «Никогда нашу нефть не разбазаривали столь беззастенчиво. Сегодня власть монополиста Газпрома сильнее президентской», – заявил он.

# «Я НАШЕЛ НЕФТЬ. ВОТ ТАК, САЛМАНОВ»

*Горный инженер-геолог, член-корреспондент РАН, главный редактор научно-технического журнала «Геология нефти и газа»; начальник «Главтюменьгеологии», первый заместитель министра геологии СССР, председатель совета директоров ООО «Югнефтегаз», президент ЗАО «Роспан Интернешнл»; автор 160 научных статей и 10 монографий; почетный работник нефтяной и газовой промышленности, почетный гражданин Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого АО, городов Сургута и Цзиньчжоу (КНР), штата Техас (США); кавалер орденов Ленина, дважды Трудового Красного Знамени, Октябрьской Революции, Дружбы народов; лауреат Ленинской премии, Премии им. И.М. Губкина, Герой Социалистического Труда, заслуженный геолог РФ, Фарман Курбан-оглы (Курбанович) Салманов, азерб. Fərman Qurban oğlu Salmanov (1931–2007) пользуется славой первооткрывателя нефти в Сибири. Свыше 130 открытых Салмановым месторождений нефти и газа на Тюменском севере – Мамонтовское, Мегионское, Правдинское, Усть-Балыкское, Сургутское, Федоровское, Уренгойское, Ямбургское и др. стали базой нефтегазового комплекса страны.*

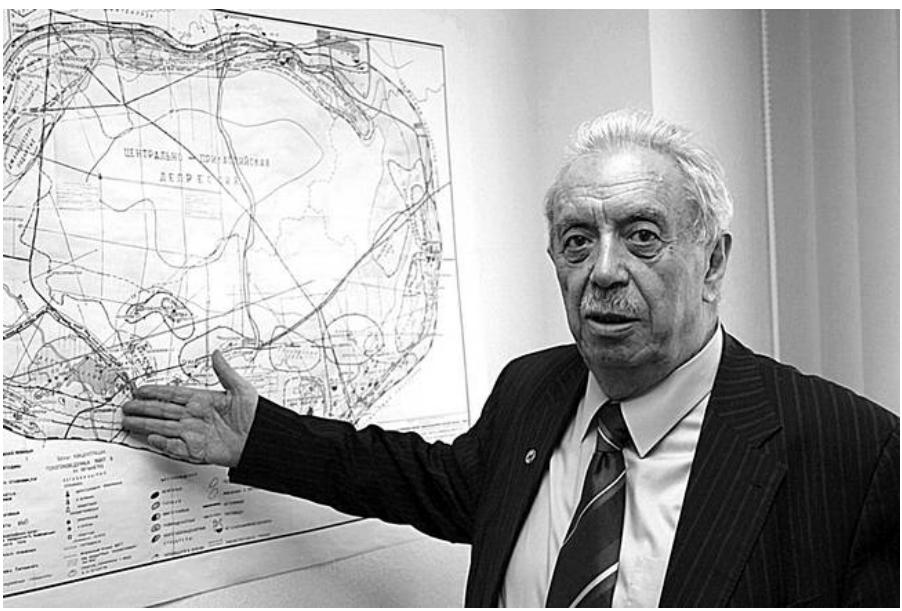
Западная Сибирь, а точнее – Тюменская область – крупнейшая нефтегазоносная провинция. Открытие и освоение на ее территории 500 нефтяных, газонефтяных и нефтегазоконденсатных месторождений, дающих ⅔ общероссийского объема нефти и 95 % газа, позволило нашей стране по добыче нефти и газа выйти на первые места в мире.

Углеводороды в Тюменской области находили издавна. Остались свидетельства, что 200–300 лет назад на Оби и на Иртыше встречали битумные сланцы и черные фонтаны нефти. В 1930-х гг. основоположник советской нефтяной геологии, академик И.М. Губкин, выдвинув гипотезу о существовании нефтяных месторождений в районе Западно-Сибирской низменности, добился развертывания комплексных нефтегеологических исследований, которые велись здесь 20 лет. Поиски оказались тщетными, хотя другая гипотеза академика – о богатейших залежах нефти в Волжско-Уральском регионе («второй Баку») – нашла свое блестящее подтверждение. Ничего удивительного в том не было, так как работа геолога чем-то напоминает искусство иглоукалывания – требует мастерства и знания объекта. Искать «нефтяные кружочки» диаметром 5–50 км

приходилось на громадной территории размером 2000 × 1500 км.

К 1960 г. нефтяная промышленность страны начала давать сбои. Кавказской и Бакинской нефти не хватало для промышленных нужд. Правительством было принято решение интенсифицировать поиски углеводородов в Западной Сибири. К этой проблеме подключились виднейшие ученые страны. В частности, директор Института геологии и геофизики СО АН СССР, академик А.А. Трофимук обосновал методику поисков месторождений нефти и газа применительно к условиям Сибири и Дальнего Востока. Уверенный, что Западная Сибирь «плавает на нефти», Трофимук стал главной пробивной научной и административной силой в споре разных научных школ и чиновников с учеными.

«Недра не подведут, если не подведут люди», – говорил И.М. Губкин. И люди не подвели. По указанным учеными местам шли партии топографов. За ними на тракторах, тащивших на санях домики-балки, следовали партии электро– и сейсморазведки. А уж потом шли партии бурильщиков скважин. Далеко не всегда бурение заканчивалось фонтанированием нефти. Многое зависело от везения и интуиции начальника экспедиции. Как правило, это был опытный геолог, часто ученый, поменявший свой кабинет на болота Самотлора и делавший науку буквально своими руками.



*Ф.К. Салманов*

Одним из таких начальников, волею судеб ставшим первооткрывателем тюменской нефти, был Фарман Курбанович

Салманов. Он не единственный первооткрыватель главных залежей нефти в Западной Сибири. История сохранила много имен покорителей тюменских недр – Юрий Эрвье, Лев Ровнин, Анатолий Брехунцов, Иван Гиря, Иван Нестеров, Аркиф Тян, Виктор Федоров и др. Фарман просто один из самых удачливых, и самых ярких личностей советской нефтяной эпохи. Хотя удачливость – удел знающих и убежденных.

К тому же Салманов был не просто практик от геологии, а и выдающийся ученый, прославившийся в мировой геологической науке как автор фундаментальных концепций и трудов, по-новому раскрывающих проблемы формирования и распределения в земной коре месторождений нефти и газа. Без научных трудов у геолога вообще не бывает и открытий. И тем не менее Фарман Курбанович неустанно повторял в своих многочисленных интервью: «С самого начала хочу предостеречь вас от заблуждения, что Салманов в одиночку покорил Западную Сибирь и добыл для нашего народа тепло и свет. Я мало похож на Прометея. Все эти годы рядом со мной рука об руку трудились тысячи и тысячи геологов, нефтяников, газовиков, строителей, которые, не жалея сил и здоровья, добывали нефть и газ. И я счастлив, что был рядом с этими великими людьми».

Популярность Салманова в СССР была фантастической. При том, что он большую часть своей профессиональной жизни, с 1954 по 1987 г., провел вдали от столиц, в сибирской глуши. Пять лет понадобилось выпускнику Азербайджанского индустриального института на то, чтобы вписать свое имя в историю нефтедобычи. Фарман истово верил в «большую нефть» Сибири – он с малых лет был пленен «сибирскими рассказами» деда Сулеймана, отбывавшего ссылку на Сахалине, книгами геолога и писателя-фантаста В.А. Обручева, а в институте стал сторонником академика Губкина и всех, кто видел в Западной Сибири «будущее страны». Когда Салманова распределили в Баку, он написал письмо министру нефтяной промышленности Н.К. Байбакову с просьбой направить его в Сибирь. Тот отнесся к его просьбе с пониманием, и молодой специалист попал в Кузбасс.

Поработав старшим геологом и начальником экспедиции пару лет и убедившись, что в Кемеровской и Новосибирской области «ловить нечего», Салманов самовольно погрузил свою партию из 150 человек на баржи и увел ее по течению Оби на север, в Сургут, где он предполагал найти богатое нефтяное месторождение. Это случилось в 1957 г.

На новом месте начали бурение. Не обращая внимания на приказы и угрозы начальства предать его суду за самоуправство, Салманов, поддержанный всеми членами партии, продолжал

бурить скважины. Видя такую решимость, ему подписали задним числом приказ о переброске в Сургут. Бурили больше трех лет. Нефти все не было. Но вот 21 марта 1961 г. (как раз выдался праздник Навруз байрам) зафонтанировала скважина под селением Мегион. Начальник партии разослал телеграммы: «Уважаемый товарищ, в Мегионе на скважине № 1 с глубины 2180 метров получен фонтан нефти. Ясно? С уважением, Фарман Салманов». «Товарищи» в верхах отмахнулись от этой новости – мол, природная аномалия, через пару недель иссякнет. Но когда через полмесяца забил нефтяной фонтан из второй скважины под Усть-Балыком, Салманов уже не сомневался, что открыл месторождение. Тут же полетела радиограмма наверх: «Скважина лупит по всем правилам» и телеграмма Н.С. Хрущеву: «Я нашел нефть. Вот так, Салманов».

Вот так и было открыто Усть-Балыкское месторождение, а с ним и вся Тюменская нефтяная и газовая провинция. В середине 1960-х гг. в Средне-Обском нефтяном районе обнаружили целое созвездие месторождений, крупнейшим из которых стало Самотлорское. («Самотлор» или «Самлар» в переводе с языка ханты – «сердце озер».)

Ну а потом все пошло как по маслу. Салманов занимал должность начальника или главного геолога очередной нефтеразведочной экспедиции, приступал к разведке и бурению – и открывал очередную залежь нефти и газа. Заняв место начальника «Главтюменьгеологии», а в последние 20 лет ответственные посты в Москве, Салманов продолжал участвовать в открытии уникальных месторождений – прежде всего благодаря своим знаниям и интуиции. Так, например, под его руководством были доразведаны и впервые разработаны пласты с добычей газа, конденсата и нефти Ново-Уренгойского и Восточно-Уренгойского месторождений. А уже когда в последние годы жизни Салманов был президентом «Роспана», он обеспечил технологический прорыв всей сибирской нефтегазовой промышленности.

Сегодня каждая вторая тонна нефти, добываемая в Западно-Сибирской провинции, – это нефть из месторождений, открытых при непосредственном участии Ф.К. Салманова.

Фарман Курбанович априори мог стать нефтяным королем – он не стал им, не стал участвовать в приватизации, и остался в памяти народной величайшим первопроходцем нефти, а не нуворишем-проходимцем от нефтепромыслов.

И вклад этого великого геолога в сокровищницу России не только в том, что мы все едим сегодня его «хлеб», а и в том, что он оставил всем нам образец истинного служения Отечеству. А еще свои мудрые и горькие мысли, достойные лучших

философов.
«Ни один народ в мире не пережил в XX веке таких катаклизмов, как наш. Вот уже почти сто лет его испытывают на разрыв всевозможными социальными экспериментами. Чего только он не перенес! Выстоял! Думая о сегодняшнем дне России с ее контрастами и перекосами, с ее расслоением на “новых русских” и “старых бедных”, хочу привести слова древнего китайского мудреца Конфуция: “В богатой процветающей стране стыдно быть бедным. В стране, терпящей бедствие, стыдно быть богатым!”»

# Археология, этнография, антропология

# ЧЕТЫРЕ НАУКИ АНУЧИНА

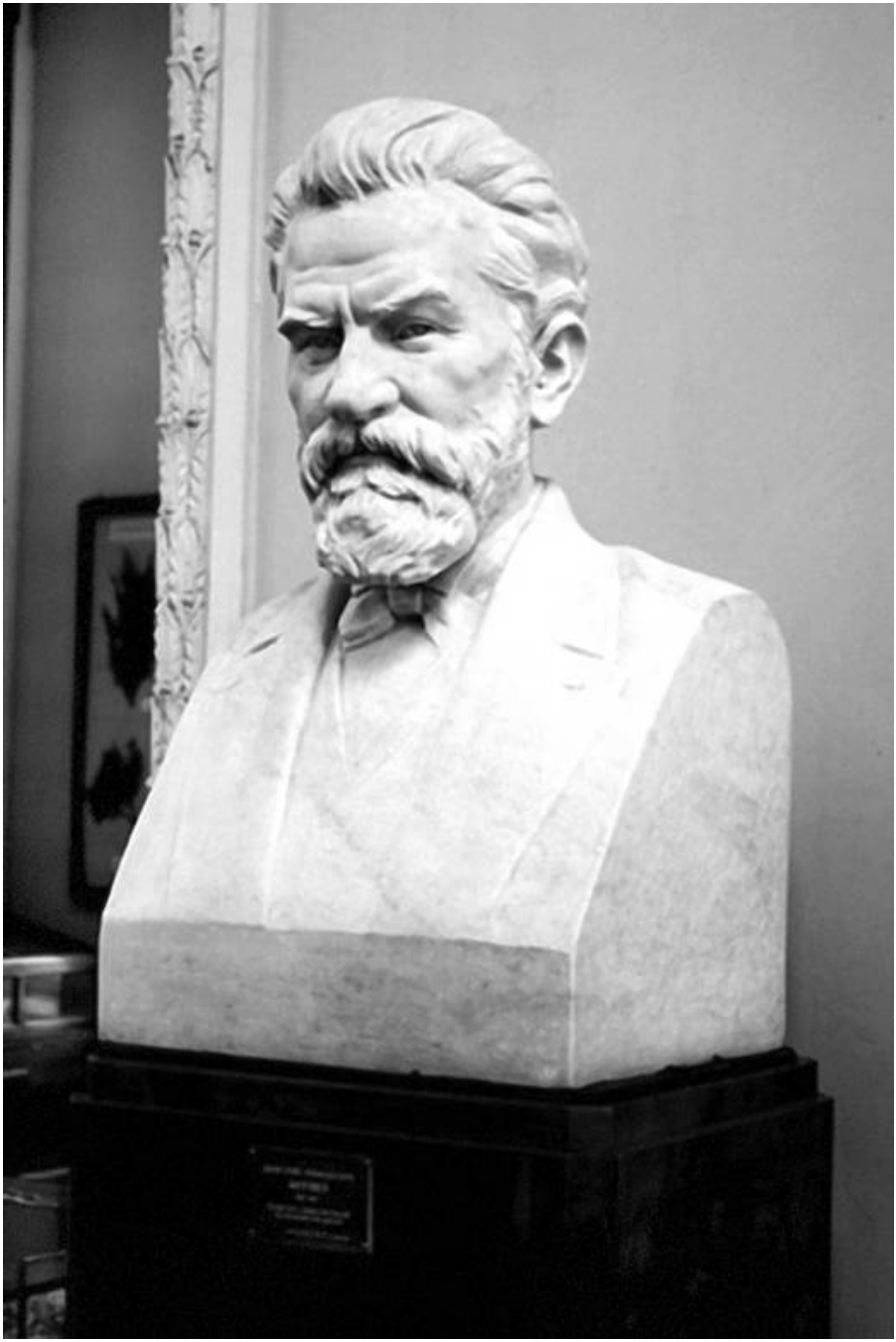
*Зоолог, антрополог, этнограф, археолог, географ, путешественник, краевед, музеевед, историк и популяризатор науки, общественный деятель; доктор географии Honoris causa; профессор, основатель кафедры географии и кафедры антропологии в Московском университете; академик по кафедре зоологии Императорской АН (РАН), почетный член многих зарубежных академий и научных обществ; товарищ председателя Московского археологического общества; президент Императорского общества любителей естествознания, антропологии и этнографии; создатель Географического и Антропологического (совместно с А.П. Богдановым) музеев, Института географии Московского университета; основоположник четырех отечественных научных школ – географической, антропологической, этнографической и археологической; основатель русской лимнологии (озероведения); главный редактор «Русского антропологического журнала» и журнала «Землеведение»; кавалер орденов Святого Владимира 3-й и 4-й степени и Святой Анны 2-й степени, золотой медали Русского географического общества, ордена Почетного легиона и других наград, Дмитрий Николаевич Анучин (1843–1923) является автором 1000 публикаций (из них не менее 500 – научные труды) по этнической антропологии и антропогенезу, этнографии, первобытной археологии, общей физической географии, страноведению и истории науки.*

Россия обязана Дмитрию Николаевичу Анучину окончательным официальным оформлением четырех наук – географии, археологии, антропологии и этнографии. Разумеется, география – этот древнейший свод знаний – к исходу XIX в. насчитывала не одну тысячу лет, но первую кафедру географии в Московском университете основал именно Анучин в 1884 г. Что же касается трех других наук, в России они не имели своего статуса, были любительскими или составной частью более общих предметов.

В России география началась с М.В. Ломоносова – созданием им в 1739 г. Географического департамента. В 1845 г. было организовано Русское географическое общество. П.П. Семенов-Тян-Шанский, Н.Н. Миклухо-Маклай, А.И. Воейков и другие ученые внесли большой вклад в исследование различных регионов мира.

Заметные успехи были и у археологов, проведших раскопки многих памятников. Например, И.Е. Забелин оставил классические труды по скифским курганам, эпохе Киевской Руси,

становлению Московии.



*Бюст Д.Н. Анучина в Музее Землеведения МГУ*

Со времени основания Петром I Кунсткамеры целый ряд экспедиций и трудов С.П. Крашенинникова, К.М. Бэра, Н.Н. Миклухо-Маклая и др. внес бесценный вклад в основание

русской антропологии. Классические труды по этнографии оставил К.Д. Кавелин. В 1860–1870-х гг. профессор зоологии А.П. Богданов основал первую антропологическую школу в Московском университете, Антропологический отдел при Обществе любителей естествознания, Антропологическую выставку в Москве, получившую международное признание. От него, собственно, Анучин и перенял эстафетную палочку этой науки.

Анучин развил все четыре науки, сделал их академическими, организовал научные школы по каждой из них, создал научные музеи, сформировал учебные дисциплины, отстоял в нешуточной борьбе с коллегами и Академией наук право новых предметов на независимое существование, написал сам или инициировал создание учебников, пособий, программ, разработал и читал университетские курсы лекций.

Анучин ставил и решал научные проблемы в любой из этих наук, не разрываясь между ними, а соединяя их в едином научном поле и во взаимной гармонии. Ученый изучал каждый предмет комплексно, с глубоким историческим подходом. В этом ему помогали потрясающая эрудиция и мастерство, а также умение видеть во всех них объединяющее начало – человеческую историю.

Во всяком случае, после Анучина не только русская, но и мировая наука стала рассматривать археологию, антропологию и этнографию только в тесной взаимосвязи друг с другом.

Выделить из научного наследия Анучина одно какое-либо направление бессмысленно, так как в силу сказанного оно за собой тянет сразу и три остальных. Посему расскажем только о самых главных достижениях ученого в каждом из них. Исследования Дмитрия Николаевича развивали в дальнейшем его ученики: Л.С. Берг, А.А. Борзов, А.С. Барков, А.Н. Липский, М.А. Боголепов, А.А. Крубер, Б.Ф. Адлер, В.В. Бунак, Б.Н. Вишневский, Б.С. Жуков, А.А. Ивановский, А.И. Колмогоров, Н.Г. Тарасов, С.Г. Григорьев и многие другие.

Как географ, Анучин положил начало систематическому изучению рельефа России и вообще суши земного шара, атмосферы, оледенения, ледников, водной оболочки Земли, классификации озер по форме и генезису котловин, по свойствам воды, режиму и т. п. Ученый впервые представил географию как сумму четырех ее отделов: астрономической (математической) географии, физической географии, биогеографии, изучающей распространение биологических форм и географии человека (антропогеографии). Анучин разделил географию на общую (землеведение), изучавшую всю Землю, и частную

(страноведение), исследовавшую отдельные страны и области; впервые обратил внимание на воздействие человека на природу.

Специалисты не раз отмечали, что выводы Анучина базируются на трех принципах: «на точных фактических данных, применении сравнительного метода для выяснения географических закономерностей и… историческом подходе к выяснению сути каждого явления и познанию любой страны в ее настоящем».

Труды Анучина – археолога и этнографа занимают широкий спектр: от проблем происхождения народа айнов («Племя айнов») до формулирования основных задач русской этнографии – «составление капитальных монографий об отдельных народах, с исчерпывающим привлечением всех источников и материалов, включая непосредственные полевые наблюдения» («О задачах русской этнографии»).

Поскольку основной специальностью Анучина была антропология, именно к ее изучению он привлек данные других наук, прежде всего биологии и сравнительной анатомии, включил в нее данные по эволюции человека, учение о расах, этнографические и археологические исследования… Можно только поражаться, сколько сил отдавал ученый тщательнейшему изучению любого вопроса. Так, при исследовании аномалий черепа Анучин обработал огромный краниологический материал – свыше 4000 черепов («Sur les anomalies du pterion»), а при установлении расового значения отдельных аномалий скелета – свыше 15 000 черепов («О некоторых аномалиях человеческого черепа и преимущественно об их распространении по расам»).

«По своему сравнительно-анатомическому подходу работа Анучина, бесспорно, является классической в мировой антропологической литературе. Выводы ее вошли в основные анатомические и антропологические руководства. В этой работе Анучин стоит на точке зрения видового единства человечества, оставаясь и в дальнейшем убежденным моногенистом, постоянно выступавшим против модных в разное время разновидностей полигенизма».

Чем объяснить такой всеобъемлющий непреходящий интерес Анучина буквально «ко всему на свете»? Любознательностью, складом характера? Интересом к процессу познания вообще? Выдающимися способностями, наконец? Очевидно, этого мало. Дмитрием Николаевичем двигала любовь к Отчизне. Он сам еще в молодости писал брату из Рима, где лечился и изучал историю итальянской литературы и искусства, о том, что мечтает поскорее вернуться в Россию. «Я могу только сказать, что я хочу быть честным, образованным русским человеком. А чтобы русским

быть, надо знать, что такое эта Русь, и поэтому я употреблю все силы мои, чтобы узнать ее».

# ПОЛЕВАЯ ЭТНОГРАФИЯ МИКЛУХО-МАКЛАЯ

*Зоолог, биолог, этнограф, антрополог, путешественник, общественный деятель; родоначальник морских и зоологических биостанций; автор 160 научных трудов, Николай Николаевич Миклухо-Маклай (1846–1888) впервые осветил вопросы этнографии и антропологии коренного населения Юго-Восточной Азии, Австралии и Океании, первым описал папуасов северо-восточного берега Новой Гвинеи как определенный антропологический тип. Главный научный вывод ученого, прославившегося своим научным подвижничеством, защитой колониальных народов, борьбой с расизмом и колониализмом, состоит в том, что культурные и расовые признаки различных народов обусловлены только природной и социальной средой.*

До настоящего времени нет единой трактовки терминов «антропология» и «этнография», двух взаимосвязанных наук. Примем те, что под антропологией понимают науку «о происхождении и эволюции человека, образовании человеческих рас и о нормальных вариациях физического строения человека» (БСЭ), а под этнографией – науку «о происхождении и этнической истории народов, формировании специфических особенностей их культуры и быта – составных частей мировой цивилизации» (Р.Ф. Итс).

Русские путешественники XVIII–XIX вв. (С.П. Крашенинников, Н.Я. Бичурин, Н.М. Пржевальский, Г.Н. Потанин, И.Ф. Крузенштерн, Ю.Ф. Лисянский, В.М. Головнин и др.), занимаясь исследованиями народов России, Китая, Монголии, Тибета, Северо-Западной Америки, Океании, островов Тихого и Индийского океанов, внесли выдающийся вклад в развитие мировой этнографии.

Антропология как наука сформировалась к середине XIX в., когда в Англии, Франции, Италии и другие странах Европы стали основываться Антропологические научные общества. В России развитие антропологии (начало которой положил созданием Кунсткамеры Петр I) было подготовлено трудами «отца отечественной эмбриологии» К.М. Бэра. В 1864 г. в Москве по инициативе профессора Московского университета А.П. Богданова возник антропологический отдел Общества любителей естествознания.

Поскольку тема расизма к тому времени расколола мир на два лагеря – приверженцев рабовладения и их противников, едва ли

не главной задачей этих объединений стало изучение человеческих рас. (Русское общество, особенно дворянская его часть, занимая в целом антирасистскую сторону, к собственным крестьянам относилось совсем не лучше, чем белые американцы к чернокожим рабам или колонисты-немцы к островитянам Полинезии.) В мировой науке в обоснование расизма шли любые резоны, вплоть до отнесения темнокожих рас чуть ли не к животным. Научным опровержением этих бредней стали исследования Н.Н. Миклухо-Маклая на Новой Гвинее.

*Н.Н. Миклухо-Маклай (справа) и Э. Геккель на Канарских островах*

Из 42 лет короткой жизни Миклухо-Маклай 25 лет посвятил науке, в том числе семнадцать – путешествиям, сбору и обработке данных о народах Индонезии, Малайи, Филиппин, Австралии, Меланезии, Микронезии, Западной Полинезии.

Русский ученый стал первым (не считая миссионеров, занятых иными проблемами), кто овладел совершенно новым – революционным в изучении аборигенов методом полевой этнографической работы.

Осваивать «науку» приходилось с риском для здоровья (оказавшимся подорванным в результате путешествий) и для жизни. Вот, например, как сам ученый описал свое первое посещение одной из папуасских деревень Новой Гвинеи (с сокращениями):

«Отправляясь, я остановился перед дилеммой – брать или не брать револьвер?.. Чем более я обдумывал свое положение, тем яснее становилось мне, что моя сила должна заключаться в спокойствии и терпении. Я оставил револьвер дома…

Вошел на площадку. Группа вооруженных копьями людей стояла посередине… Увидев меня, несколько копий были подняты, и некоторые туземцы приняли очень воинственную позу… Вдруг пролетели… две стрелы, очень близко от меня… Как только пролетела первая стрела, много глаз обратились в мою сторону, как бы изучая мою физиономию… Я в свою очередь стал глядеть кругом – все угрюмые, встревоженные, недовольные физиономии и взгляды, как будто говорящие, зачем я пришел нарушать их спокойную жизнь…

Мое положение было глупое: не умея говорить, лучше было бы уйти, но мне страшно захотелось спать… Недолго думая, я высмотрел место в тени, притащил туда новую циновку… и с громадным удовольствием растянулся на ней…

Проспал два часа с лишком. Открыв глаза, я увидел нескольких туземцев, сидящих вокруг циновки шагах в двух от нее; они разговаривали вполголоса, жуя бетель. Они были без оружия и смотрели на меня уже не так угрюмо. Я очень пожалел, что не умею еще говорить с ними… Я встал, кивнул головой в разные стороны и направился… в обратный путь».

К антропологическим и этнографическим занятиям Миклухо-Маклая подтолкнула убежденность в том, что расовые и культурные признаки народов формируются под влиянием природной и социальной среды. Для обоснования своей теории ученый предпринял путешествие на острова Тихого океана, где обитала «папуасская раса». При содействии Русского географического общества, а также материальной помощи своей матушки, продавшей домашние вещи и обстановку, Миклухо-

Маклай получил возможность в 1870 г. выехать на Новую Гвинею на военном судне «Витязь».

Побывав на северо-восточном берегу острова (названном позднее Берегом Маклая), населенном, по тогдашним слухам, людоедами, путешественник 15 месяцев прожил среди папуасов, изучил язык и своим дружелюбием и вниманием завоевал их доверие. Миклухо-Маклай лечил папуасов, давал им полезные советы. По сию пору среди аборигенов жива легенда о «Тамо-рус» («русском человеке») и «Караан-тамо» («лунном человеке»).

В 1873–1882 гг. Миклухо-Маклай посетил Филиппины, Индонезию, дважды полуостров Малакка, Западную Микронезию, дважды Северную Меланезию; 4 раза побывал на Новой Гвинее; в Австралии основал биологическую станцию. За эти годы ученый стал не только исследователем, но и соучастником повседневной жизни нескольких народов региона.

В 1882 г. Миклухо-Маклай вернулся в Россию. Богатейший этнографический и антропологический материал ученый передал в дар Этнографическому музею Петербурга.

Ставший в одночасье знаменитостью, путешественник прочел в Географическом обществе несколько публичных докладов, от Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии получил золотую медаль. Труды ученого стали известны во всем мире, СМИ перехватывали друг у друга факты его богатой биографии, цитировали и восторгались, ученые общества устраивали заседания в его честь. Все были покорены добросовестностью исследователя и его незаурядным литературным даром, продемонстрированным в его сочинениях. К тому же труды Миклухо-Маклая были очень хорошо известны европейско-американским ученым, поскольку значительную часть своих материалов ученый печатал в иностранных журналах.

Затем через Европу (Берлин, Париж, Лондон), где он познакомил научную общественность с результатами своих исследований, Миклухо-Маклай еще раз побывал на Берегу Маклая. Проведя 2 года в Сиднее, ученый окончательно вернулся в Россию. Подготовить дневники и научные материалы к публикации помешала смерть.

Дневники путешествий («Путешествия») Миклухо-Маклая увидели свет в 1923 г.

Каковы же основные научные заслуги ученого?

В антропологии:

– впервые поставил вопрос о видовом единстве и родстве человеческих рас;

– дал подробное описание меланезийского антропологического типа;

– опроверг взгляд на папуасов как на представителей «особой» расы;

– отнес антропологический тип негритосов острова Лусон к меланезийскому расовому типу.

В этнографии:

– описал хозяйство, материальную культуру, быт аборигенов Океании и Юго-Восточной Азии;

– засвидетельствовав факт земледелия у папуасов, никогда не знавших скотоводства, опроверг представления о том, что земледельческому хозяйству обязательно должно предшествовать скотоводческое;

– показал, что народы изученного им региона по умственным и моральным качествам ни в чем не уступают европейцам.

Помимо сугубо научных достижений, ученый впервые выступил яростным борцом с колониализмом и расизмом:

– разоблачил грабеж и насилия, совершаемые английскими и немецкими колонизаторами над коренным населением;

– призывал (правда, безуспешно) европейские правительства к справедливости и гуманности по отношению к папуасам; разработал проект создания Папуасского союза на Новой Гвинее как независимого государства, призванного противостоять колонизаторам;

– обращался к Александру II (тоже безуспешно) организовать на побережье Новой Гвинеи русскую «свободную колонию» как воплощение идеала русских общин-артелей.

В 1947 г. имя ученого было присвоено Институту этнографии Академии наук СССР.

В 1996 г. ЮНЕСКО назвала Н.Н. Миклухо-Маклая «гражданином мира».

# ПОРТРЕТНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ГЕРАСИМ

*Археолог, антрополог, этнограф, историк, скульптор; доктор исторических наук, профессор; заведующий археологическим отделом Иркутского областного краеведческого музея, сотрудник Института истории материальной культуры и Государственного Эрмитажа; родоначальник и глава научной школы, основатель и заведующий Лабораторией пластической реконструкции Института этнографии АН СССР; лауреат Сталинской премии Михаил Михайлович Герасимов (1907–1970) получил всемирную известность благодаря своему методу пластической антропологической (портретной) реконструкции. Герасимов является создателем уникальной галереи портретов исторических деятелей (Иван Грозный, Андрей Боголюбский, Ф.Ф. Ушаков, Тимур, Улугбек и др.) и ископаемых людей по их черепам.*

Находясь на стыке нескольких наук (археологии, антропологии, анатомии, истории, криминалистики) и искусства (графики, скульптуры), методика пластической реконструкции Герасимова базируется на самом важном, что создано в каждой из этих областей и в свою очередь дает им идеальный метод, позволяющий развивать их и совершать в них новые открытия. Ныне имя М.М. Герасимова услышишь не часто. Обычно с ним связывают скульптурный портрет Ивана Грозного и начало Великой Отечественной войны, вызванной якобы вскрытием Герасимовым усыпальницы Тимура и Тимуридов в мавзолее Гур-Эмир (Самарканд) в июне 1941 г. Вообще-то мистики в жизни хватает, самым ярким подтверждением чему служит как раз «воскрешение», воссоздание из скелетных остатков облика некогда жившего человека.

*М.М. Герасимов*

До Герасимова считалось, что делать с черепа графический или скульптурный портрет, наделяя его индивидуальными признаками, в принципе невозможно. Этой проблемой – воссозданием сначала животных, а потом и человека по скелетным остаткам, начиная с французского зоолога Ж.Л. Кювье были озабочены на протяжении века многие естествоиспытатели. Зарубежные ученые (Меркле, Брок, Мак-Грегор, Эггелинг, Шааффгаузен, Вирхов, Кольман, Бюхли и др.) немало сил приложили к выявлению закономерностей соотношения мягких тканей лица и черепа человека, однако их попытки создания портрета не увенчались успехом. Более того, в начале XX в. анатомы и антропологи пришли к единодушному выводу, что реконструкция невозможна в принципе. Самое большее, чего удалось им достичь, – это воссоздать облик в общих чертах, не всегда достоверный.

Герасимов, с юных лет загоревшись этой идеей, не был знаком с трудами своих предшественников, но пошел их путем. С 10 лет подросток участвовал в раскопках и исследованиях древних погребений. Начав сбор материалов с костей диплодока, птеродактиля, саблезубого тигра, мастодонта, мамонта, Михаил по черепу шимпанзе впервые доказал, что связь между костной

частью и мягкими тканями существует. Но и после этого к человеку ученый перешел не сразу.

Несколько лет он посвятил археологическим раскопкам древних поселений эпохи палеолита в Сибири, а позднее и по всей стране, сделал несколько выдающихся открытий, опубликовал множество научных трудов. Так, например, открытая ученым «жемчужина сибирского и мирового верхнего палеолита» стоянка Мальта близ Иркутска древностью 20–23 тыс. лет произвела настоящий переворот в археологии. Именно археологические находки скелетных остатков и породили у Герасимова «мысль о возможности восстановить облик древнего человека» и подвигли его заняться антропологическими исследованиями и реконструкциями черепов.

*Князь Ярослав Мудрый. Антропологическая реконструкция М.М. Герасимова*

Природные способности Герасимова счастливо

споспешествовали этому. «Он обладал и невероятным воображением, и внелогическим знанием, совершенно нам не понятным, и, кроме того, феноменальной наблюдательностью. Михаил Михайлович видел все, в том числе и то, чего другие никогда не заметят. И эта естественная наблюдательность, не требовавшая от него особых усилий, была существенной составляющей его таланта. Без этого поразительного дара он вряд ли смог бы разработать методику восстановления облика человека по его черепу… Когда Михаила Михайловича спрашивали, как он может с первого взгляда отличить мужской череп от женского, он отвечал, что это просто очевидно, и, поясняя, добавлял: «Женский всегда красивее…» (академик Б.В. Раушенбах).

Ученый провел массу исследований с применением рентгенографии, с использованием препарирования, вертикальных и горизонтальных распилов замороженных голов трупов, проколов закопченной иглой. Измеряя толщину мускульного покрова, изучая строения черепов различных расовых типов, людей разного пола и возраста, Герасимов установил связь между толщиной мягких тканей и микро– и макрорельефом черепа, составил соответствующую шкалу.

Работая над восстановлением лица по черепу ископаемого человека, Герасимов впервые указал на асимметрию лица как на главный фактор реконструкции; увязал возрастную изменчивость лицевого скелета с изменчивостью мягких тканей лица; нашел соотношения мягкого и костного носа, согласовал строение рта и губ с особенностями зубов и прикуса, глазного яблока и век с глазницами и переносьем, подбородка с нижней челюстью и т. д.

*Иван Грозный. Антропологическая реконструкция М.М. Герасимова*

Сам Герасимов называл свой метод «портретной реконструкцией» и всякий раз подчеркивал, что это не художественный портрет индивида, а «документальный» – «всего-навсего максимальное приближение к внешнему его виду». Результаты исследований Герасимов опубликовал в главных своих работах: «Основы восстановления лица по черепу» (1949), «Восстановление лица по черепу» (1955), «Люди каменного века» (1964).

Первыми реконструкциями 20-летнего сотрудника Иркутского краеведческого музея стали питекантроп и неандерталец (1927). За 15 довоенных лет Герасимов реконструировал облик русских князей – Ярослава Мудрого и Андрея Боголюбского, а также 17 лиц ископаемых людей. Самым известным из них стал 10-летний неандертальский мальчик,

останки которого были обнаружены в гроте Тешик-Таш неподалеку от Самарканда (1938). Своими реконструкциями антрополог доказал, что на самых ранних этапах развития человечества «даже в рамках одной группы уже существовали значительные индивидуальные различия».

Ученому, отстаивая свой метод, пришлось преодолеть скептицизм коллег и недоверие общественности. Помогли ему в этом криминалисты. По заданиям следственных органов Герасимов сделал несколько реконструкций, которые позволили раскрыть преступления.

В 1938–1940 гг. по поручению Музея этнографии им. Н.Н. Миклухо-Маклая, кафедры антропологии МГУ и других учреждений ученый провел несколько контрольных опытов, когда по предоставляемым черепам, на которые имелись фотографии, маски или слепки лица, он в течение нескольких часов прилюдно реконструировал портрет человека. Самыми знаменитыми портретами в этой серии стали голова папуаса, которого привез в Россию Миклухо-Маклай, и голова Марии Достоевской, матери Ф.М. Достоевского. С них началась широкая известность Герасимова и его метода.

В 1950 г. Герасимов был удостоен Сталинской премии за книгу «Основы восстановления лица по черепу», а при Институте этнографии была создана Лаборатория пластической реконструкции, работой которой Герасимов руководил до самой смерти. Ученым было сделано 250 реконструкций представителей древнейших и древних людей, живших в Азии и Европе в разные эпохи, созданы десятки документальных скульптур (Рудаки, Ф. Шиллера, Авиценны, Хаджи-Мурата и др.).

Область применения «метода Герасимова» весьма обширна. Благодаря ему на качественно новый уровень перешла работа антропологов и антропология вплотную занялась проблемами антропогенеза и этногенеза. Метод широко востребован в пластической и хирургической медицине, криминалистике. Портретные реконструкции имеют колоссальное значение для исследований историков и археологов; их используют в качестве наглядных пособий и для популяризации знаний в образовании, в музейном деле, искусстве… Да и сам метод превратился в отдельную научную дисциплину.

Дело Герасимова продолжили его ученики Г.В. Дебец, В.Н. Звягин, С.А. Никитин, Т.С. Балуева, Л.Е. Веселовская во главе с Г.В. Лебединской. Школа пластической реконструкции Герасимова существует и ныне. В герасимовской галерее образов можно увидеть скифа, гунна, женщину из племени вятичей, кривича, древних жителей Армении, Хорезма, Сибири,

Прибалтики, поселенцев Московского края…

В 1994 г. дочери Герасимова «решили устроить маленькую выставку работ отца, выклянчили в домоуправлении какую-то комнатенку, вроде красного уголка, и там развернули экспозицию; она просуществовала месяца два. Собственными силами, на свои деньги сделали дочери Герасимова эту выставку, но много ли народу могло ее посмотреть в этом “красном уголке”! К сожалению, утерян всякий интерес к автору необычайных, талантливых работ. А ведь это был совершенно уникальный человек, и дожил он всего до шестидесяти двух лет» (Б.В. Раушенбах).

# Биология, ботаника, агрономия

# ОРЛОВСКИЙ РЫСАК

*Военный и государственный деятель; генерал-аншеф, граф; зоотехник, коннозаводчик, коллекционер лошадей разных пород; спортсмен, охотник; основатель и первый выборный председатель Вольного экономического общества; родоначальник конских скачек и рысистых бегов в России; основатель Хреновского конного завода; основоположник российской школы коннозаводчиков, граф Алексей Григорьевич Орлов-Чесменский (1735–1808) вывел верховую и рысистую орловские породы коней. Коневод, вольноотпущенный, главный кассир, главный конторщик графа А.Г. Орлова, чиновник 14-го класса, коннозаводчик, селекционер, управляющий Хреновским конным заводом, член-корреспондент Комитета государственного коннозаводства, владелец Алексеевского конного завода; обладатель бриллиантового перстня императора Александра I, Василий Иванович Шишкин (1770–1845) – ближайший помощник и продолжатель дела А.Г. Орлова в развитии новых методов племенной работы.*

Сподвижник Екатерины II, один из организаторов дворцового переворота 1762 г., участник Семилетней войны, главнокомандующий флотом в Средиземном море во время Русско-турецкой войны 1768–1774 гг., разгромивший в Чесменской бухте вдвое превосходивший флот противника, граф Алексей Григорьевич Орлов-Чесменский прославился не только как государственный и военный деятель, но и как выдающийся селекционер. Славу ему принесли: две породы орловских курей, две породы орловских гусей, две породы орловских голубей, но все это перекрывает выведение орловских рысаков.

…
*Крутая холка, ясный полный взгляд,*
*сухие ноги, круглые копыта,*
*густые щетки, кожа как атлас,*
*а ноздри ветру широко открыты.*
*Грудь широка, а голова мала —*
*таким его природа создала.*

Обрисованный У. Шекспиром идеальный конь будто списан с орловского рысака. Вот только создала этого коня не природа, а вывел селекционным путем граф А.Г. Орлов.

До Орлова попытки выведения отечественных пород лошадей были предприняты еще фельдмаршалом Б.П. Шереметевым, известным коннозаводчиком своего времени, но впервые широкомасштабно и на научной основе занялся этим делом граф А.Г. Орлов.

За прародителя новой породы, серебристо-белого арабского жеребца Сметанку Орлов отдал турецкому султану баснословную по тем временами сумму – 60 000 рублей серебром (на нее можно было купить табун лошадей в десятки тысяч голов). К слову, столько же граф получил за победу при Чесме от Екатерины II «на поправку домашних дел».

*А.Г. Орлов-Чесменский в санках на Барсе. Н.Е. Сверчков*

Два года везли кружным путем с величайшими предосторожностями Сметанку в имение графа. Жеребец не вынес нашего климата и пищи и вскоре пал, однако успел оставить после себя небольшое потомство, среди которого выделялся его сын Полкан. Родившийся от Полкана Барс I обладал достоинствами арабской, датской и голландской пород и явился родоначальником орловской породы рысаков. Он отличался «большим ростом, гармоничным сложением, легким бегом, могучей силой и резвой рысью». 12 сыновей этого могучего рысака, как 12 библейских колен, сформировали орловскую рысистую породу. Среди них самыми ценными оказались два жеребца: вороной Любезный I и серый Лебедь I – праотцы всех современных орловских рысаков по мужской линии.

Племенной работой граф занялся, уйдя в отставку, в своем имении Хреновое в Бобровском уезде Воронежской губернии, в

котором основал в 1776 г. конный завод, ставший вскоре лучшим в России.

Алексей Григорьевич был весьма искушен не только в батальных делах и дворцовых интригах, но и в зоотехнии и, в частности, в коневодстве. Если судить по результатам, он обогнал отечественных и европейских коллег на век, а то и больше.

Граф досконально знал наше и зарубежное коннозаводское хозяйство, был в курсе всех зоотехнических новинок, вел переписку с видными коннозаводчиками. Немаловажным оказалось большое состояние графа, которое он, не скупясь, тратил на свое любимое детище. К тому же к Алексею Григорьевичу на первых порах радела и императрица, позволяя выбирать на дворцовых конных заводах лучших лошадей.

Не менее важны в племенной работе интуиция, трудолюбие, целеустремленность и даже чисто эстетический вкус селекционера. А.Г. Орлов создал принципиально новые методы племенной работы. Коннозаводчику весьма помогала его способность с лету оценивать тип лошади, ее экстерьер, конституцию, жизнеспособность, особенности характера. Говорят, по одному только дыханию коня граф мог оценить его достоинства.

Решив создать две конские породы – верховую и упряжную (рысистую), пригодные в российских условиях и для манежной езды, и для боевой кавалерии, Орлов в идеале видел крупную, могучую, но в то же время красивую и элегантную лошадь.

При этом главной задачей коннозаводчик считал создание упряжной лошади, отличавшейся «скульптурной головой, большими выпуклыми горящими глазами, горделивой постановкой головы и шеи, гармоничным сложением туловища, правильной постановкой конечностей, сухостью конституции, прочным копытом, пылким темпераментом и в то же время добронравием, свойственным арабскому скакуну».

Для селекции и скрещивания пород в Хреновое привозили лошадей со всего мира – арабских, персидских, испанских, английских, голландских, датских, с Кавказа, Дона, из Украины… Критерий отбора лошадей был весьма жестким – по экстерьеру, желательному типу и производительности.

В результате гигантского труда по скрещиванию различных пород, когда в племенной работе оставались лишь самые отборные экземпляры, А.Г. Орлов впервые ввел метод разведения по линиям, шедшим от Барса I: линии Любезного I, Похвального I, Барсика Большого, Лебедя I. Чрезвычайно заботился граф и об улучшенном содержании и кормлении питомцев.

Маточное поголовье конного завода составляло 500 голов

(общее количество с приплодом 3000). Жеребцы не продавались, и их содержали в заводе до самой смерти в сытости и уходе. «Лучших из них хоронили с почетом, стоя, в парадном уборе с уздечкой, а верховых с седлом».

Получить новую породу – это лишь полдела. Надо было еще обучить лошадей тому, для чего их, собственно, и вывели. Орлов стал впервые в практике коневодства проводить тренинг и испытания лошадей рысью в специальных беговых дрожках и в саночках-бегунках. Лошади тренировались, а хозяин, фиксируя их скорость и выносливость, отбирал самых лучших. Были также впервые разработаны правила рысистых испытаний.

Помогали Орлову его крепостные крестьяне, из которых он особо выделял В.И. Шишкина, ставшего после смерти Алексея Григорьевича (1811) управляющим Хреновским заводом, достойно продолжившим коннозаводскую деятельность графа. Помимо селекционной работы Шишкин собрал воедино и систематизировал все имевшиеся в Хреновском заводе записи о происхождении каждой лошади, благодаря чему мы сегодня имеем историю выведения орловской породы и историю Хреновского завода. В продолжение двадцати лет Шишкин развивал методы А.Г. Орлова в коневодстве, занимался подготовкой наездников, смотрителей табунов, конюхов.

Многолетние усилия А.Г. Орлова увенчались успехом. Орловская порода, ни в чем не уступавшая материнским породам, «прекрасно сочетала в себе резвость английской, рост, выносливость и элегантность азиатской, характер арабской, а также манежные способности испано-датской. Кроме того, орловские рысаки отличались долголетием, плодовитостью, крепким здоровьем и отсутствием наследственных пороков».

Орловский рысак не имеет аналогов в мире. Помимо рысистых бегов, его можно с успехом использовать практически во всех видах конного спорта – верховой езде, выездке, конкуре.

Орловская порода признана национальным достоянием России.

«Вам, господа, его сиятельство граф Алексей Григорьевич, а отчасти и я, – наставлял коннозаводчиков В.И. Шишкин, – оставили хорошее наследство. Не расточайте его! Берегите его! Ваш рысак, если вы его в течение нескольких поколений будете правильно воспитывать и правильно испытывать, удивит свет своей резвостью» (А. Вилль). Слова Василия Ивановича оказались пророческими: в XIX и начале XX в. популярность непобедимых в бегах орловских рысаков в России была чрезвычайная. Чемпион чемпионов жеребец по кличке Крепыш был российской гордостью и популярностью не уступал великому певцу Ф.И. Шаляпину.

# АГРОНОМИЯ БОЛОТОВА

*Агроном, ботаник, садовод, селекционер, лесовод; лекарь, художник, архитектор, педагог, писатель, мемуарист, философ-моралист; энциклопедист, изобретатель; член Вольного экономического общества, Императорского Московского общества сельского хозяйства, Королевско-саксонского Лейпцигского экономического общества; участник Семилетней войны (1756–1763); переводчик и адъютант при генерал-губернаторах Кенигсберга; управляющий Киясовской, Богородицкой и Бобриковской волостями императрицы Екатерины II; автор проекта и разбивки первого в России пейзажного парка; издатель еженедельного сельскохозяйственного журнала «Сельской житель. Экономическое в пользу сельских жителей служащее издание»; кавалер Золотой медали ВЭО и других золотых и серебряных медалей, обладатель бриллиантового перстня императора Александра I, Андрей Тимофеевич Болотов (1738–1833) является автором первой (к сожалению, не собранной в одном издании) сельскохозяйственной энциклопедии. Болотов – один из основателей агрономии и помологии в России.*

Научные достижения А.Т. Болотова можно сравнить разве что с М.В. Ломоносовым. И как Михаил Васильевич был еще и великим поэтом, так и Андрей Тимофеевич – великим писателем. Энциклопедия русского быта – «Жизнь и приключения Андрея Болотова, описанные им самим для своих потомков» (1780–1833) – является литературным памятником XVIII в. А еще Болотов изобрел электрогенератор, 52 года вел метеорологический дневник, устроил первый в России детский театр, своим сочинением «Чувствования христианина, при начале и конце каждого дня в неделе, относящиеся к самому себе и к Богу» положил начало русской философской мысли – труды и достижения этого уникального человека можно перечислять долго. Андрей Тимофеевич оставил свыше 350 томов по всем отраслям знаний! (Что характерно, большая часть трудов Болотова вышла анонимно, так как автор не жаждал славы и фанфар, а трудился только ради пользы дела.) В одну его сельскохозяйственную энциклопедию (название условное) вошло более 4000 статей (это 40 томов), написанных и опубликованных ученым в 1780–1790 гг. в «Московских ведомостях». Сии труды, регулярно появлявшиеся в разделе «Экономический магазин», представляли собой «собрание всяких экономических известий, опытов, открытий, примечаний, наставлений, записок и советов, относящихся до земледелия, скотоводства, до садов и огородов,

до лугов, лесов, прудов, разных продуктов, до деревенских строений, домашних лекарств, врачебных трав и до всяких нужных и неизбежных городским и деревенским жителям вещей».

*А.Т. Болотов в своем рабочем кабинете. Художник Л. Серяков*

Почти всю жизнь Болотов провел вдали от городского шума и суеты и много преуспел в агрономической науке. Собственно, он ее и зародил на российских просторах. Изучал иностранные (преимущественно прусские) руководства и тут же применял их в садах и парках управляемых им имений либо в своем сельце Дворянинове Тульской губернии. Употреблял вдумчиво, с учетом местных природных и климатических условий, тщательно наблюдая за растениями и непрерывно анализируя результаты своей деятельности.

Из сельскохозяйственных пристрастий Андрея Тимофеевича, имевших благотворное влияние на российскую жизнь, можно выделить несколько: парковое хозяйство, лесоводство, картофелеводство и дело всей его жизни – садоводство.

Больших успехов как архитектор и, как сказали бы сегодня, ландшафтный дизайнер Болотов добился в устроении парков в своем имении, а также в имении графов Бобринских, где по его проекту был разбит первый в России замечательный пейзажный парк, ставший неотъемлемой частью Богородицкого дворцово-паркового ансамбля.

В лесоводстве ученый предложил принципы «рубления, поправления и заведения лесов».

Андрей Тимофеевич первым в России приступил к выращиванию опять же прусского картофеля на огороде (поначалу его высаживали на клумбах как цветы).

В садоводстве Болотов был бог. Но одновременно и пионер селекционной работы. Он не только разводил плодово-ягодные сады, но и устраивал первые питомники, занимался помологией (изучением сортов плодовых и ягодных растений с целью отбора лучших из них для хозяйственного разведения в различных районах). В первом в России огромном труде по помологии, не устаревшем и ныне, – «Изображения и описания разных пород яблок и груш, родящихся в Дворяниновских, а отчасти и в других садах» – Андрей Тимофеевич описал 661 сорт груш и яблонь. К семитомнику ботаник приложил еще трехтомный альбом с собственными высокохудожественными рисунками.

В «Изображениях и описаниях…» ученый изложил нюансы создания новых плодовых культур; отметил необходимость дифференцированного подхода к обработке почвы в молодом саду и плодоносящем; описал явление дихогамии для перекрестного опыления (феномен раздельного во времени проявления противоположных половых признаков у организмов-гермафродитов); представил результаты скрещивания разнородных растений и получения гибридов; предложил принцип организации плодовых питомников (сохранившийся до наших дней) и др. Много ценных мыслей Болотов высказал о способах и густоте размещения деревьев в саду, о сроках прививок и перепрививок, по формированию кроны и по предохранению от вымерзания деревьев, по технологии хранения и переработке плодов, по разведению ягод…

За этот воистину бесценный для России труд ученый-натуралист А.К. Грелль назвал Болотова «отцом научной помологии».

У Андрея Тимофеевича немало других теоретических

научных трудов, признанных в мировой агрономии. В первом российском исследовании по систематике растений «Ботанические примечания о классах трав» (1771) ботаник изложил систему растительного мира согласно классам Линнеевской системы. В «Руководстве к познанию лекарственных трав» (1781) Болотов впервые дал ботаническое описание сорных, лекарственных и культурных растений. В фундаментальном труде «О разделении полей» (1771) ученый впервые в России предложил повсеместно вводить севооборот, возделывать культурные растения согласно погоде и почве данной местности, своевременно вносить минеральные удобрения даже на черноземах (чем на десятки лет опередил рекомендации европейской науки), без устали бороться с сорняками и вредителями растений и т. д.

Как умудрился Андрей Тимофеевич создать столько трудов – не понять, если не знать главного: Болотов был трудолюбив и бескорыстен, он всю свою жизнь отдал без остатка Отечеству. Даже когда в старости ученый потерял зрение и лишился слуха, он работал до последнего дня. К сожалению, многие сочинения А.Т. Болотова не изданы и по сей день. Рукописи ждут своих исследователей и издателей. В них, как и в опубликованных трудах, можно найти ответы не только на исторические вопросы, касающиеся, скажем, князя Потемкина или истории Польши, но и на агрономические проблемы, не устаревшие и поныне.

# ЭМБРИОЛОГИЯ БЭРА

*Ученый-энциклопедист, биолог, эмбриолог, антрополог, этнограф, ихтиолог, географ-путешественник, исследователь природы и производительных сил России; профессор, заведующий кафедрой анатомии и директор анатомического театра в Кенигсбергском университете; профессор Медико-хирургической академии; академик Петербургской АН; один из учредителей Русского географического общества; президент Русского энтомологического общества, тайный советник, Карл Максимович Бэр (1792–1876) является создателем современной эмбриологии и сравнительной анатомии. К.М. Бэр – автор 300 печатных работ и рукописного т. н. «Бэровского фонда», насчитывающего 762 учетные единицы.*

Карл Эрнст Магнус фон Бэр, а по-русски – Карл Максимович или Карл Максимилианович, родом из остзейских немцев (Эстляндская губерния), вместе с М.В. Ломоносовым, Л. Эйлером и А.Т. Болотовым составил плеяду основоположников российской науки. Свое главное открытие – яйцеклетка млекопитающих, сделанное в 1826 г., ученый посвятил Санкт-Петербургской АН. Натуралист направил в академию «Послание о развитии яйца млекопитающих и человека» («Epistola de ovi mammalium et hominis genesi»), за что та удостоила Бэра звания академика. На протяжении 38 лет Карл Максимович неустанно трудился на благо российской науки рядом со знаменитыми учеными М.В. Остроградским, Э.Х. Ленцем, П.Л. Чебышёвым, Н.Н. Зининым, В.Я. Струве и др.

*К.М. Бэр. Гравюра XIX в.*

Труды естествоиспытателя без всякого преувеличения были грандиозны. Вот лишь некоторые из них.

Бэр организовал десятки научных экспедиций, во многих из которых участвовал сам, – на Кольский полуостров, Новую Землю, на Чудское озеро, Балтийское и Каспийское моря и т. д.; опубликовал несколько фундаментальных работ по географии, этнографии, истории рыбной ловли в России.

Исследуя природу России, Бэр изучал заодно и производительные силы страны. Так, почти 4 года длилась его большая экспедиция в низовья Волги и на Каспийское море (1853–1856), связанная с пресечением рыбного браконьерства, достигшего в ту пору гигантских размеров. В Каспии, до того дававшем пятую часть рыбного улова страны, рыба практически исчезла. К тому же из-за Крымской войны в Россию перестала поступать голландская селедка, а Каспийское море кишело

собственной, считавшейся несъедобной, из которой вытапливали жир.

Бэр, которому шел уже седьмой десяток, с задачей справился блестяще. Ученый досконально обследовал не изученные еще никем гидрологию и гидробиологию Каспия, дал его классическое описание; частично пресек браконьерство, добившись введения государственного контроля над охраной рыбных запасов и их восстановлением; заменил примитивные способы обработки рыбы прогрессивными. Проведя соответствующие исследования, Карл Максимович предложил свой способ засолки каспийской селедки-бешенки (черноспинки) и ввел ее в основной перечень продуктов питания россиян. «Научив заготовлять каспийскую сельдь, К.М. Бэр на миллионы рублей увеличил национальное богатство страны». (Тогдашние миллионы – сегодняшние миллиарды. – *В.Л.* )

Труды ученого по результатам каспийской экспедиции стали классикой, началом ихтиологической науки: «Материалы для истории рыболовства в России и в принадлежащих ей морях», «Предложения для лучшего устройства каспийского рыболовства», «Астраханская сельдь, или Сельдь Каспийского моря» и др.

Из географических открытий ученого необходимо отметить закон, названный его именем, согласно которому реки, текущие по меридиану в Северном полушарии, подмывают правый берег, а в Южном – левый. Бэр объяснил эту особенность суточным вращением Земли вокруг своей оси, увлекающим движение воды в реках к одному берегу («Дополнение к статье: почему у наших рек, текущих на север или юг, правый берег высок, а левый низмен» и др..)

Занимаясь сравнительно-анатомическими исследованиями, Бэр организовал Анатомический институт и привлек в него в качестве руководителя Н.И. Пирогова.

В одном из направлений физической антропологии – краниологии (учение о черепе) Бэр унифицировал систему измерений, ввел терминологический аппарат, за что был назван «Линнеем краниологии».

А еще ученый учредил Русское географическое общество, основал и возглавил Русское энтомологическое общество…

Но довольно. Перейдем к эмбриологическим занятиям Бэра.

Помимо упомянутого мемуара (научного труда) об открытии яйцеклетки важнейшей вехой в истории эмбриологии стал трехтомный труд Бэра – «История развития животных. Наблюдения и размышления» (1 т. – 1828 г., 2 т. –1837 г., 3 т. посмертно – 1888 г.), за который Ч. Дарвин причислил русского

ученого к числу своих предшественников.

Собственные исследования натуралист начал с изучения того, как оплодотворенное яйцо формируется в зародыш. Вскрыв более 2000 куриных яиц с зародышами на разных стадиях развития, проведя множество экспериментов (ученый месяцами не покидал лабораторию), час за часом исследуя развитие цыпленка, Бэр наблюдал формирование зародыша; проследил образование головного мозга и развитие сердца, описал возникновение позвоночного столба, развитие позвонков, ребер и прочих костей, мышц, формирование печени, селезенки, кишечного канала и др.

Эти наблюдения позволили Бэру сделать вывод о том, что «развитие протекает так, что простой по структуре зародыш, дифференцируясь, сначала обнаруживает признаки того типа, к которому принадлежит взрослая особь, затем формируются признаки класса, позднее отряда, семейства, рода, вида и в последнюю очередь индивидуальные признаки особи. Развитие есть процесс дифференциации от общего к конкретному».

Первую яйцеклетку ученый нашел в яичнике самки собаки, затем обнаружил ее у самок кроликов, мышей, овец и т. д. – до человека. Лабораторная коллекция эмбриолога содержала массу всевозможных зародышей.

Сравнивая эмбрионы позвоночных животных (млекопитающих, рыб, земноводных), Бэр совершил новое открытие – на начальной стадии развития все зародыши были одинаковы. Установив также, что некоторые органы в процессе развития исчезают, ученый пришел к выводу о существовании некоей зародышевой плазмы и объяснил схожесть первых фаз развития эмбрионов у всех животных, включая человека, общностью их происхождения.

Наблюдая появляющиеся в течение эволюции различия, Бэр отнес их к дифференциации форм животного мира и выделению в нем типов и видов, а также акцентировал свое внимание на аналогии между развитием индивидуального организма и видовым развитием. Обосновав теорию плодовых оболочек, показав, что зародыш позвоночных животных состоит из внешнего пласта – эктодермы и внутреннего – энтодермы, за счет которых формируются все органы «вокруг» позвоночного столба, Бэр придал эмбриологии сравнительный характер и современный вид.

До работ Бэра эмбриология изучала не организм в целом, а частности, отдельные его признаки. Поэтому, когда появились труды русского ученого, натуралисты всего мира были поражены, как они, оказывается, мало чего знали о развитии организма.

По случаю 50-летнего юбилея научной деятельности К.М. Бэра в

1864 г. Российская АН пожаловала естествоиспытателю медаль с барельефом: вокруг головы ученого в виде венка надпись: «Начав с яйца, он показал человека – человеку».

# ФОТОСИНТЕЗ ТИМИРЯЗЕВА

*Естествоиспытатель, ботаник, химик, физиолог, историк и популяризатор науки; пропагандист дарвинизма, публицист; профессор Петровской сельхозакадемии и Московского университета; заведующий кафедрой анатомии и физиологии растений Московского университета; основоположник русской научной школы физиологов растений; член-корреспондент Петербургской АН (РАН); почетный член университетов Женевы, Глазго, Кембриджа, Лондонского Королевского общества; председатель Ботанического общества любителей естествознания, антропологии и этнографии; член Моссовета, Климент Аркадьевич Тимирязев (1843–1920) является родоначальником исследований проблемы фотосинтеза, а также биологических основ агрономии.*

Тимирязев, по его собственным словам, «работал для науки и писал для народа». Начиная с магистерской и докторской диссертаций «Спектральный анализ хлорофилла» (1871) и «Об усвоении света растением» (1875), ученый на протяжении полувека занимался растениями, хлорофиллом и фотосинтезом, а его книга «Жизнь растения» (1878), переведенная на многие языки мира, и по сию пору привлекает массу читателей. Тема жизни растения – центральная в творчестве Тимирязева, одна из главнейших и в науке вообще, поскольку именно с нею связано существование жизни на Земле. В процессе жизнедеятельности растения хлорофилловые зерна листьев «поедают» углекислый газ, содержащийся в воздухе, вернее – питаются углеродом, выделяемым из углекислоты под действием света. Это «воздушное питание» растений немецкий ботаник В. Пфеффер и назвал в 1877 г. «фотосинтезом». В цепочке «растения – животные – люди» растения оказываются основой всего живущего, с них начинаются пищевые цепи. Именно растения как передатчики энергии Солнца нашей планете (превращая энергию солнечного света в энергию, запасенную в углеводах) гарантируют сохранение жизни на Земле.

*Памятник К.А. Тимирязеву в Москве. Скульптор С.Д. Меркулов*

Фотосинтезом занимались в XIX в. многие естествоиспытатели – Дж. Пристли, Я. Ингенгауз, Ж. Сенебье, Н. Соссюр, Ю. Майер, Д.Г. Стокс, Ю. Сакс и др., исследовавшие зависимость фотосинтеза от освещения, содержание хлорофилла в листе, наличие CO2 в атмосфере, преобразование в растении

световой энергии в химическую, роль в этом процессе отдельных участков спектра…

С конца 1860-х гг. изучением этого процесса занялся и Тимирязев.

Эпиграфом к творчеству Тимирязева можно было бы взять слова Дж. Свифта, столь любимые самим физиологом: «Тот, кто сумел бы вырастить два колоса там, где прежде рос один, две былинки травы, где росла одна, заслужил бы благодарность всего человечества». Климент Аркадьевич на славу потрудился на земельных делянках, выращивая колосья и былинки и давая людям верный рецепт умножения урожайности сельскохозяйственных культур.

Ученый создал первую опытную станцию на опытном поле в с. Реньевке Симбирской губернии, где изучал действие минеральных удобрений на урожай (1867); на территории Петровской сельхозакадемии построил первую теплицу – «вегетационный домик» (1872); организовал на Всероссийской выставке в Нижнем Новгороде первую показательную опытную станцию с таким домиком (1896) и т. д.

В статьях «Земледелие и физиология растений», «Происхождение азота растений» и др. ботаник на основе своих экспериментов, получивших признание в России и в Европе, пропагандировал новейшие достижения агрономической химии и физиологии растений, искусственное орошение и глубокую вспашку в борьбе с засухой, применение минеральных удобрений, севооборот клевера, лесные полезащитные полосы, борьбу с сорняками, использование для посева засухоустойчивых сортов злаковых. Ботаник настаивал на целесообразности выведения новых сортов с мощной корневой системой или пониженной транспирацией (испарением воды); повлиял на применение в сельском хозяйстве вегетативного метода; инициировал создание заводов для производства селитры; заложил основы выращивания растений при электрическом освещении. Для Тимирязева его лозунг «Наука должна сделать труд земледельца более производительным» был и главным руководством к действию.

Все свои рекомендации ученый делал на основе изучения им фотосинтеза. Отведя растениям космическую роль посредников между Солнцем и жизнью на нашей планете, Тимирязев нашел ответ на вопрос, поставленный немецкими учеными Ю.Р. Майером и Г.Л.Ф. Гельмгольцем, основоположниками закона сохранения энергии, – является ли источником жизни Солнце?

Начал ученый с проведения сложнейших и тончайших опытов (не воспроизведенных с тех пор ни одним экспериментатором!) и доказательства того, что реакция разложения углекислоты на

кислород, выделяемый в атмосферу, и углерод, необходимый растениям, то есть фотосинтез, прямо зависит от хлорофилла и от энергии поглощаемых лучей. До Тимирязева эти рассуждения ходили только в качестве гипотезы. Для этих целей физиолог впервые применил особо чувствительные спектроскопы, светофильтры, разработал улавливатели и анализаторы газа, приборы, измеряющие освещенность, усовершенствовал методику газового анализа, позволившую анализировать количество газа с точностью, поражающей современных исследователей.

Показав, что фотосинтез при слабом свете зависит от количества поглощенной энергии, а при сильном освещении достигает светового насыщения, ученый «экспериментально обнаружил, что имеются два максимума поглощения света растением, которые лежат в области красных и синих лучей спектра; доказал приложимость закона сохранения энергии к процессу фотосинтеза» (В.П. Лишевский).

Наиболее благоприятные энергетические условия для разложения углекислоты, по Тимирязеву, давали красные лучи, а самым совершенным поглотителем энергии являлся сам хлорофилл. Все это было подтверждено позднее открытием квантовой теории и исследованиями фотосинтеза другими учеными.

Впервые доказав, что зеленая окраска хлорофилла специально приспособлена для поглощения солнечной энергии, необходимой для разложения углекислоты, ученый открыл, что именно этот «окрас» хлорофилла позволяет бесцветной углекислоте разлагаться в т. н. хлоропластах.

Тимирязев был первым ботаником, заговорившим о законе сохранения энергии, заменившим слово «свет» выражением «лучистая энергия» и первым высказавшим мысль о том, что «процесс разложения углекислоты должен зависеть от энергии солнечных лучей, а не от их яркости».

Итоги своих 35-летних исследований (по промежуточным этапам имевших яркие публикации) русский ученый подвел в своей блестящей крунианской лекции «Космическая роль растения», прочитанной в 1903 г. в Лондонском Королевском обществе. Мировое научное общество получило исчерпывающие ответы на вопросы, как протекает фотосинтез, какой предположительно химический состав хлорофилла, каков механизм воздействия на него солнечного света, как зависит этот процесс от лучей различной длины волны. В целом же Тимирязев впервые сформулировал представления о фотосинтезе как процессе аккумуляции солнечной энергии.

Детально разрабатывая теорию фотосинтеза, Тимирязев

понимал, что наука на рубеже веков еще не в состоянии была дать полное описание этого процесса. Об этом ученый не раз писал в своих сочинениях, и при этом он был абсолютно уверен, что совсем скоро «физиологи выяснят в малейших подробностях явления, совершающиеся в хлорофилловом зерне; химики разъяснят и воспроизведут вне организма его процессы синтеза, имеющие результатом образование сложнейших органических тел, углеводов и белков, исходя из углекислоты; физики дадут теорию фотохимических явлений и выгоднейшей утилизации солнечной энергии в химических процессах; а когда все будет сделано, то есть разъяснено, тогда явится находчивый изобретатель и предложит изумленному миру аппарат, подражающий хлорофилловому зерну, – с одного конца получающий даровой воздух и солнечный свет, а с другого – подающий печеные хлебы. И тогда всякому станет понятно, что находились люди, так настойчиво ломавшие головы над разрешением такого, казалось бы, праздного вопроса: почему и зачем растение зелено?»

Прошло сто лет с тех пор, но пока такого аппарата, подающего изумленному миру печеные хлеба, не сделано, но ведь еще не конец света?

Напоследок процитируем Тимирязева – его слова сегодня обрели еще более глубокий смысл: «Наука не вправе входить в свое святилище, таиться от толпы, требуя, чтобы на слово верили ее полезности. Представители науки, если они желают, чтоб она пользовалась поддержкой и сочувствием общества, не должны забывать, что они слуги этого общества, что они должны от времени до времени выступать перед ним, как перед доверителем, которому они обязаны отчетом».

# ПОЧВОВЕДЕНИЕ ДОКУЧАЕВА

*Геолог, географ, минералог, почвовед, профессор Петербургского университета, основатель русской школы почвоведения и географии почв, первой в России кафедры почвоведения и Почвенного музея при императорском Вольном экономическом обществе, организатор и руководитель экспедиций по комплексному изучению природы, разработчик плана борьбы с засухой в степных районах страны, Василий Васильевич Докучаев (1846–1903) прославил свое имя созданием современного научного почвоведения, учения о географических зонах и научной классификации почв.*

Сельское хозяйство начинается с почвы. От почвы в первую очередь зависит урожайность сельскохозяйственных культур. Почва (если говорить по-простому) – это тонюсенький верхний слой земной коры, дающий жизнь растениям, животным и людям. Почву изучает естественно-историческая наука – почвоведение. Она же занимается исследованием состава почвы, ее свойств, происхождения, развития, географического распространения, рационального использования. Эта наука обязана своим возникновением русскому геологу – Василию Васильевичу Докучаеву.

*В.В. Докучаев*

Знания о почвах накапливались веками. Научное освоение почв началось в Германии в конце XVIII в. Почти целый век ученые, не затрагивая биологических процессов в почве, изучали частные вопросы питания растений, минералогического, химического и гранулометрического состава почв, их выветривания.

Генетическим почвоведением, движимый благородной целью – поднять народное хозяйство и избавить людей от неурожаев, засух и голода, и занялся в 1870-х гг. Докучаев.

В связи с неурожаями 1873–1875 гг. Вольное экономическое общество (ВЭО), в которое входили виднейшие ученые России – А.В. Советов, Д.И. Менделеев, А.М. Бутлеров, А.А. Иностранцев и др., поручило геологу произвести исследования чернозема, собрать на местах образцы для химического анализа и выполнить разработанную самим Докучаевым программу геолого-

географических исследований. Особое внимание Василий Васильевич уделял изучению чернозема. За два лета (1877, 1878) ученый вместе со своими учениками проехал свыше 10 000 км через всю черноземную полосу Европейской России. В этих экспедициях сложилась школа докучаевского почвоведения – почвоведы, географы, геологи, ботаники, многие из которых стали позднее родоначальниками собственных научных школ и учеными мировой величины – В.И. Вернадский, Н.М. Сибирцев, Л.С. Берг и др.

Представив ВЭО доклад «Итоги о русском черноземе», ученый подверг критике существовавшие теории происхождения чернозема – морскую, болотную, растительно-наземную, а также практикуемые тогда способы изучения почв, заключавшиеся в применении химических удобрений и в нахождении зависимостей свойств почв от характера почвообразующих горных пород. Тогда же им была опубликована «Картография русских почв».

Рассматривая почвы как самостоятельное природное тело, сформировавшееся под воздействием целого комплекса факторов окружающей природной среды, а также составляя по поручению Департамента земледелия и сельской промышленности почвенную карту России, Докучаев пришел к почвоведению как самостоятельной науке.

Итогом экспедиций явился фундаментальный труд Докучаева – «Русский чернозем» (1883), ставший докторской диссертацией ученого. В диссертации были детально рассмотрены область распространения, способ происхождения, химический состав чернозема, принципы классификации и методы исследования этой почвы. «Русский чернозем» прославил ученого на весь мир. За свой труд Докучаев получил от ВЭО особую благодарность, а от АН – полную Макарьевскую премию.

Эта работа и последующие статьи почвоведа сформулировали основные законы новой науки и выделили главные факторы почвообразования и их тесную взаимосвязь: климат, почвообразующие (материнские горные) породы, растительный и животный мир, возраст и рельеф местности. Позднее к ним была добавлена еще и хозяйственная деятельность человека. Самим ученым, а также его коллегами и учениками позднее было развито также географическое направление, изучающее почвы с точки зрения их происхождения и в тесной связи с окружающими условиями (П.А. Костычев), и агрономическое, исследующее вопросы взаимоотношения почвы и растительности и почвенное плодородие (В.Р. Вильямс).

В 1886 году Докучаев дал первую в мире научную классификацию почв и составил первую мировую почвенную

карту.

Главным в классификации почв ученый считал ее происхождение (генезис). Докучаев обращал специальное внимание на способы обработки почв и севооборот, на меры по сохранению влаги, на распыление зернистой структуры черноземов и ухудшение водного и воздушного режимов, на эрозию.

Первое научное определение почвы также принадлежит Докучаеву: «Почва – это те дневные или близкие к ним горизонты горных пород (все равно каких), которые были более или менее естественно изменены взаимным влиянием воды, воздуха и различного рода организмов – живых и мертвых, что и сказывается известным образом на составе, структуре и цвете таких образований».

Докучаев – поэт почвы. Вот, например, какими словами он начал свою последнюю в жизни лекцию о главном герое его сочинений – черноземе:

«Я буду беседовать с вами о царе почв, о главном богатстве России, стоящем неизмеримо выше богатств Урала, Кавказа, богатств Сибири, – все это ничто в сравнении с ним; нет тех цифр, какими можно было бы оценить силу и мощь царя почв, нашего русского чернозема. Он был, есть и будет кормильцем России. Есть чернозем и в Венгрии, но там он не тот: это солонцеватый чернозем-“окост”, а наш, русский чернозем “сладок”. Есть он и в Северо-Американских Соединенных Штатах, но там он или того же типа, что и в Венгрии, или же значительно беднее органическими и другими питательными веществами, чем в России.

Он, чернозем, напоминает нам арабскую чистокровную лошадь, загнанную, забитую. Дайте ей отдохнуть, восстановите ее силы, и она опять будет никем не обогнанным скакуном. То же и с черноземом: восстановите его зернистую структуру, и он опять будет давать несравнимые урожаи».

Открытый Докучаевым закон мировой зональности почв («К учению о зонах природы») утверждал, что распространение почв на Земле подчиняется закону природной широтной зональности и каждой природной зоне соответствует свой, зональный тип почвы – преобладающий, но не единственный. Зональное распределение Европейской России ученый затем распространил и на весь земной шар, выделив семь мировых зон: бореальную, северную лесную, лесостепную, степную, сухих степей, аэральную зону пустынь и субтропическую. Это был совершенно новый взгляд на географию, как на науку о зонах-ландшафтах. Зональность в неизменном виде вошла в русскую и ряд зарубежных школ

физической географии.

Теория почвоведения указывает способы борьбы с т. н. «черными» (пыльными) бурями, наносящими непоправимый ущерб сельскому хозяйству. Так, например, пыльная буря 1928 г. высотой до 750 м унесла с полей Украины (с площади 1 млн км2) более 15 млн т чернозема, осевших в Прикарпатье, Румынии и Польше. Мощность черноземного слоя тогда уменьшилась на 10–15 см и стала одной из причин голодомора 1932–1933 гг.

По Докучаеву («Наши степи прежде и теперь», 1892), эти способы чрезвычайно просты (хотя и трудоемки) и эффективны – и не только в борьбе с пыльными бурями. Чтобы сохранить черноземы, успешно бороться с засухой, защищать почвы от смыва и т. п., достаточно создавать лесополосы, регулировать образование оврагов и балок, искусственно орошать, поддерживать определенное соотношение между пашней, лугом и лесом…

Идеи Докучаева оказали влияние на развитие физической географии, лесоведения, мелиорации и др. Почвоведение включено в реестр фундаментальных наук под номером 07.

Что же сегодня являют собою российские почвы? С каждым годом они становятся все хуже. Статистика неумолима. Из 186 млн га сельхозугодий 60 млн га эродированы, 26 млн га переувлажнены и заболочены, 5 млн га загрязнены радионуклидами, 40 млн га – это солончаки и солонцы, в Калмыкии и других южных районах России идет опустынивание… Похоже, родина почвоведения скоро останется вовсе без почв, этой «благородной ржавчины Земли» (В.В. Докучаев), а основной вопрос, который всю жизнь решал главный почвовед России, – поднятие земледелия – остается открытым.

# САДЫ МИЧУРИНА

*Биолог, селекционер, естествоиспытатель, популяризатор; доктор биологии, заслуженный деятель науки и техники, почетный член АН СССР и американского ученого общества «Бридерс», академик ВАСХНИЛ; кавалер ордена Святой Анны 3-й степени, Зеленого креста «за труды по сельскому хозяйству», орденов Ленина и Трудового Красного Знамени; создатель и заведующий питомником и генетической лабораторией (Центральной генетической лабораторией им. И.В. Мичурина), Иван Владимирович Мичурин (1855–1935) является создателем свыше 300 сортов плодово-ягодных культур и автором трех прижизненных изданий собраний сочинений. Выдающимся вкладом ученого в отечественную науку стала селекция Мичуриным плодово-ягодных растений методом отдаленной гибридизации (подбор родительских пар, преодоление нескрещиваемости и др.).*

Поистине фантастические труды и заслуги И.В. Мичурина в развитии отечественного садоводства сегодня и впрямь можно рассматривать только под углом научной фантастики. Да разве не так? О какой мичуринской селекции может идти речь, когда прилавки столиц и крупных российских городов завалены яблоками из Китая, Польши, Аргентины и США? О каких мичуринских плодах можно говорить, если их нет на тех прилавках и в помине? Критиков и интерпретаторов трудов любого выдающегося деятеля всегда предостаточно. Вот и Мичурина попрекают его «потребительской» фразой: «Мы не можем ждать милостей от природы; взять их у нее – наша задача». Вырвав из контекста часть, выхолостили суть, состоящую в том, что под этой задачей Иван Владимирович имел в виду «две дерзкие задачи: пополнить ассортимент плодово-ягодных растений средней полосы выдающимися по своей урожайности и по своему качеству сортами и передвинуть границу произрастания южных культур далеко на север».

*И.В. Мичурин*

Эти задачи ученый-садовод с блеском решил и подарил природе и нам всем более 300 сортов плодово-ягодных растений. Гордый за свой по достоинству оцененный труд, селекционер и в горячечном сне не мог представить себе, что потомки его окажутся настолько лишенными вкуса, что ради голдена и грени откажутся от пепина шафранного и антоновки шестисотграммовой.

Когда в 1932 г. город Козлов, в котором садовод прожил почти всю жизнь, в его честь переименовали в Мичуринск, в этом решении не было ни грамма политики. Это была дань безмерного

уважения и глубочайшей признательности человеку, отдавшему всю свою жизнь созданию воистину «райских яблок».

Даже в песнях одно время пели: «Один раз в год сады цветут» и «И на Марсе будут яблони цвести». Подразумевалось – сады и яблони Мичурина, поскольку они были лучшие в мире, потому что были наши, родные.

После десятилетий беспрестанных трудов и творческих поисков на склоне лет Мичурин гордился тем, как он, весьма слабый физически, столь долго и напряженно трудился в садоводстве. Ведь уже в восьмилетнем возрасте он мастерски производил окулировку (прививку одиночной почкой от черенка культурного сорта), копулировку (прививку черенком) и аблактировку растений (сращивание произрастающих рядом побегов).

Началось с того, что в 1875 г. Мичурин взял в аренду пустующую усадьбу в окрестностях Козлова площадью 5 соток и начал проводить на беспризорных растениях первые опыты по их селекции. Собрав более 600 видов плодово-ягодных растений, селекционер несколько раз менял участок на другой, больших размеров. Первыми мичуринскими сортами стали малина коммерция, вишня гриот грушевидный, плодородная, мелколистная полукарликовая и межвидовой гибридный сорт вишни «краса Севера».

Труд был каторжный. «Из-за нехватки средств растения… носили за 7 км на своих плечах. Поскольку на новом участке не было дома, ходили за 14 км пешком, и два сезона жили в шалаше».

Основные рекомендации селекционной работы Мичурина просты, хотя и зиждутся на колоссальных исследованиях – оттого и глобальны. Придя к выводу, что «успешная акклиматизация растений возможна только в том случае, если производить последовательный перенос растений на север», ученый создал северный абрикос и черешню «первая ласточка», для чего временно прививал гибрид к морозоустойчивому ментору (воспитателю) либо просто культивировал их в тех условиях, для которых выводил сорт.

Первостатейным открытием стал предложенный Мичуриным метод гибридизации географически отдаленных форм, «межвидовая и межродовая гибридизация в сочетании с планомерным воспитанием родительских форм перед скрещиванием и с последующим воспитанием отобранных лучших гибридных сеянцев».

Метод систематически и географически отдаленной гибридизации заключался в том, что ученый скрещивал

культурные сорта с дикими сортами, взятыми с отдаленных местностей, с другими климатическими условиями, а также с другими видами и родами – скажем, вишню с черемухой, грушу с айвой. Этот принцип ученый называл «расшатыванием наследственности», так как открыл, что молодое гибридное растение очень пластично и поддается направленному изменению своих качеств.

Убедившись в тщетности акклиматизации путем прививки, ботаник перенес насаждения с черноземного питомника в другой, с бедными почвами, где начал закаливать гибриды и выращивать «спартанцев».

Первые научные работы Мичурина, посвященные выведению новых сортов плодовых деревьев, вышли в свет после десятков тысяч опытов в 1906 г. и сделали его знаменитым во всем мире. Правительство только после этого заинтересовалось трудами селекционера, но не оказало ему никакой финансовой поддержки.

Надо сказать, что до 1917 г. Мичурин влачил нищенское существование, вкладывая последнюю копейку в свое детище, делая все своими руками и беспрестанно разыскивая хоть какие-то деньги. Ведь в питомнике одних только растений, выписанных из США, Франции, Германии, Японии и других стран, было более 900 видов! При этом мичуринские яблони, груши, вишни, сливы пользовались большим спросом в любительских хозяйствах России. За 30 лет 60 губерний приобрели свыше 50 000 деревьев, но и это не спасало ученого от бедности.

Департамент земледелия США живо заинтересовался трудами русского ботаника. Еще в 1896 г. профессор Ф.Н. Мейер восклицал: «Будь в Америке такой Мичурин, там озолотили бы его», а выведенная Мичуриным вишня плодородная не знала себе в Штатах достойных соперников и заняла в них огромные площади. В 1913 г. Департамент предлагал ученому переехать в Америку или продать свою коллекцию растений, но Мичурин отказался.

В годы Первой мировой войны стали плодоносить многие гибриды: бельфлер × «китайка»; антоновка × яблоня Недзвецкого; уссурийская груша × бере диль; актинидия коломикта и др. Тогда же Мичурин установил закон наследования у растений и методику выведения сортов. Свои материалы он публиковал в журнале «Прогрессивное садоводство и огородничество».

После Октябрьской революции Мичурин явился в уездный земельный отдел и заявил: «Я хочу работать для новой власти». Новая власть незамедлительно оказала Мичурину и его семье материальную помощь, национализировала питомник и назначила Ивана Владимировича его заведующим с

приличествующим должности жалованьем.

Уже к 1920 г. Мичурин вывел свыше 150 новых гибридных сортов, среди которых были: яблонь – 45 сортов, груш – 20, вишен – 13, слив (среди них три сорта ренклодов) – 15, черешен – 6, крыжовника – 1, земляники – 1, актинидии – 5, рябины – 3, грецкого ореха – 3, абрикосов – 9, миндаля – 2, айвы – 2, винограда – 8, смородины – 6, малины – 4, ежевики – 4, шелковицы (тутовое дерево) – 2, ореха (фундук) – 1, томатов – 1, лилии – 1, белой акации – 1.

Через 10 лет на базе питомника была создана генетическая станция, занимавшаяся разработкой методов выведения новых сортов плодовых культур и селекционной работой, был организован совхоз-сад на площади 3500 га. Количество комбинаций в скрещиваниях разных сортов дошло до 800, а количество скрещиваний до 100 000. Впоследствии в Мичуринске был создан НИИ плодоводства им. Мичурина и Мичуринский государственный аграрный университет.

Что же касается испытания временем, которым принято мерить достижения в селекционной работе, стабильность полученных Мичуриным и многочисленными его учениками сортов подтверждается их существованием до сих пор в садах провинциальной России.

# ВИРУСОЛОГИЯ ИВАНОВСКОГО

*Физиолог растений, микробиолог, лектор, педагог, общественный деятель; редактор «Варшавских университетских известий»; приват-доцент Петербургского, профессор Варшавского и Донского университетов, а также Высших женских курсов; создатель научной школы вирусологов; заведующий Никитским ботаническим садом под Ялтой; председатель отделения биологии Общества естествоиспытателей природы, Дмитрий Иосифович Ивановский (1864–1920) является основоположником вирусологии.*

Что такое вирус, можно узнать, заглянув в любую энциклопедию. Здоровее будет с ним познакомиться заочно.

Вирус (от *лат.* virus – «яд») – простейшая форма жизни, микроскопическая частица, представляющая собой молекулы нуклеиновых кислот (ДНК или РНК), заключенные в белковую оболочку и способные инфицировать живые организмы. Эти паразиты могут размножаться только внутри клетки растений, животных, грибов и бактерий. Вирусы – самая многочисленная форма существования органической материи на Земле. Так, воды Мирового океана содержат около $4 \times 1030$ вирусов бактерий (бактериофагов). Отличительной чертой вирусов служит их способность воспроизводить самих себя.

Проникая в клетку, вирусы перепрограммируют клеточные системы, подавляют противовирусную защиту и создают комфортные условия для развития собственного потомства. Клетка превращается в инкубатор вирусов, которые, созревая, покидают клетку, чаще всего губя ее, так как разрывают клеточную мембрану.

Чума, оспа, сибирская язва, желтая лихорадка, полиомиелит, грипп, герпес, рак, бешенство, гепатит А и В, энцефалит, корь, СПИД и пр. – все это вирусные заболевания человека, и ни одно из них нельзя назвать легким. Без преувеличения, это опасность № 1 для человека. Недаром обладателями Нобелевских премий по физиологии и медицине, а также по химии стали больше десяти исследователей, занимавшихся вплотную изучением вирусов. И понятно, что ученый, открывший возбудителя эпидемий и пандемий, заслуживает глубочайшей благодарности всего человечества, а заодно и всего растительного и животного мира.

К чести России, автор этого открытия – русский ученый, микробиолог Д.И. Ивановский.

Дмитрий Иосифович обнаружил вирусы в результате изучения заболевания табачных растений. Пытаясь найти возбудителя

опасной болезни – табачной мозаики (проявляется на многих, особенно тепличных растениях в виде скручивающихся трубочкой, желтеющих и опадающих листьев, в некрозе плодов, нарастающих боковых почек), Ивановский несколько лет занимался исследованиями в Никитском ботаническом саду под Ялтой и в ботанической лаборатории АН.

*Здание Санкт-Петербургского университета, в котором учился Д.И. Ивановский. Акварель XIX в.*

Зная из работ голландского ботаника А.Д. Майера о том, что мозаичную болезнь табака можно вызвать переносом сока больных растений здоровым, ученый растирал листья больных растений, процеживал сок через полотняный фильтр и впрыскивал его в жилки здоровых листьев табака. Как правило, инфицированные растения перенимали болезнь.

Ботаник тщательно изучал под микроскопом больные листья, но не обнаружил ни бактерий, ни еще каких-либо микроорганизмов, что неудивительно, так как вирусы размером от 20 до 300 нм (1 нм = 109 м) на два порядка меньше бактерий, и их в оптический микроскоп увидеть нельзя.

Считая, что в инфицировании виноваты все-таки бактерии, ботаник стал пропускать сок через специальный фарфоровый фильтр Э. Шамберлена, но, вопреки ожиданиям, инфекционные свойства отфильтрованного сока сохранялись, то есть фильтр не улавливал бактерии. Попытка вырастить возбудителя мозаики на обычных питательных средах, как это делается с теми же бактериями, не увенчалась успехом.

Обнаружив в клетках инфицированных растений кристаллические включения (кристаллы «И»), ученый пришел к выводу, что возбудителем мозаичной болезни является твердое

инфекционное начало – либо фильтрующиеся бактерии, не способные расти на искусственных субстратах, либо неведомые и невидимые микроорганизмы, выделяющие токсины.

О своих наблюдениях Ивановский доложил в 1892 г. на заседании Императорской АН. На эту тему им были опубликованы статья и брошюра «О двух болезнях табака», тут же переведенная на немецкий язык. Докторскую диссертацию на тему «Мозаичная болезнь табака» микробиолог защитил в Киевском университете в 1903 г.

В диссертации Ивановский представил блестящие результаты своих экспериментов, безупречно отработанные методики, сделал выводы о существовании нового, неизвестного ранее класса микроорганизмов. Дав критерии и методы для их определения, ученый заложил основы новой научной дисциплины – вирусологии, ставшей к середине XX в. самостоятельной дисциплиной.

В 1899 г. голландский ботаник М. Бейеринк независимо от Ивановского повторил опыты с табачной мозаикой на фильтре Шамберлена и подтвердил наблюдения русского ученого. На Западе было провозгласили Бейеринка первооткрывателем вирусов, но тот сам подтвердил приоритет Ивановского. Правда, при этом голландец утверждал, что мозаику табака вызывает «жидкое заразное начало, которое размножается только в живых растениях, убивается кипячением и сохраняет инфекционные свойства при высушивании».

После изобретения электронного микроскопа кристаллические включения, описанные Ивановским, были идентифицированы как кристаллы вируса табачной мозаики в 1935 г. американским биохимиком У. Стэнли – ученый получил тогда за свои исследования Нобелевскую премию.

Какое-то время при описании вирусов использовалась терминология Ивановского и Бейеринка – «фильтрующееся ядовитое начало», «фильтрующийся вирус», но со временем осталось одно слово – «вирус», и его открытие связывают с именем одного Ивановского.

Справедливости ради надо отметить, что вирусы были известны и до Ивановского. Э. Дженнер еще в конце XVIII в. получил первую противооспенную вакцину; в 1885 г. разработал вакцину против вируса бешенства Л. Пастер. Основатель микробиологии тогда не знал природы возбудителя заболевания и называл (вместе со всем медицинским сообществом) «вирусом» всякое заразное начало.

Исследования Ивановского подхватили ученые во всем мире. Использовав метод фильтрации русского ученого, немецкие врачи

Ф. Лефлер и П. Фрош в 1897 г. обнаружили возбудителя ящура крупного рогатого скота. Затем последовал бум открытий вирусов – желтой лихорадки, чумы, бешенства, натуральной оспы, полиомиелита и т. д. В 1917 году были открыты бактериофаги – вирусы, разрушающие бактерии. Естественно, каждое открытие не было задачей «чистой» науки, за ним тут же следовало приготовление противоядия – вакцины, лечение и профилактика заболевания.

Ныне описано свыше 6000 вирусов, принадлежащих к 2000 видам, 287 родам, 73 семействам и 3 порядкам. Более десятка основных групп вирусов являются патогенными для человека. К ДНК-содержащим вирусам относят семейство поксвирусов (вызывающих оспу), вирусы группы герпеса, аденовирусы и др. К РНК-содержащим вирусам относят пикорнавирусы (полиомиелит, гепатит А, острые простудные заболевания), миксовирусы и парамиксовирусы (грипп, корь, свинка) и т. д. Самую многочисленную группу составляют т. н. «арбовирусы», переносимые членистоногими – комарами, москитами, клещами.

# МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ ПРЯНИШНИКОВА

*Агроном, агрохимик, биохимик, физиолог растений, популяризатор науки; государственный и общественный деятель; заведующий кафедрой агрохимии Московской сельхозакадемии; академик АН СССР, ВАСХНИЛ; член 12 иностранных академий и научных обществ; участник многих международных и европейских научных конгрессов; основоположник научной школы агрохимиков; директор Московского сельхозинститута, основатель и директор Научного института по удобрениям; директор Голицынских высших женских сельхозкурсов; член Госплана СССР, Комитета по химизации народного хозяйства; кавалер двух орденов Ленина, трех орденов Трудового Красного Знамени, ордена Отечественной войны I степени, Большой золотой медали Всесоюзной сельхозвыставки, медалей; лауреат премии им. В.И. Ленина, премии Комитета по химизации народного хозяйства СССР, Сталинской премии СССР, Премии им. К.А. Тимирязева АН СССР; Герой Труда; Герой Социалистического Труда, Дмитрий Николаевич Прянишников (1865–1948) известен в мире своими работами по агрономической химии и физиологии растений. Величайшим научным достижением стали труды Прянишникова, обеспечившие развитие химизации СССР, производство и применение минеральных удобрений.*

Урожайность сельхозкультур прямо зависит от количества применяемых удобрений. Нет удобрений – быстро истощается почвенное плодородие, резко снижаются урожаи. Однако при внесении удобрений в почву надо придерживаться определенной нормы и достаточно жестких правил, обоснованных в свое время Д.Н. Прянишниковым и его школой. Как известно, удобрения бывают органические (навоз, торф, компост, птичий помет, перегной и др.) и минеральные (аммиачная селитра, суперфосфат, хлористый калий, нитрофоски, аммофоски). За последние 20 лет в нашей стране произошел резкий спад применения минеральных удобрений. Если в 1980-х гг. в почву вносилось в среднем до 110 кг этих удобрений на гектар посевов, то в 1990-х только 16. Сегодня эту цифру с горем пополам подняли до 36. Для сравнения в Нидерландах норма удобрений на картофель 410 кг/га, на овощи – 380, под зерновые (кукуруза, ячмень, рожь, овес) – 100, под пшеницу – 210.

*Памятник Д.Н. Прянишникову в Москве. Скульпторы О.В. Квинихидзе и Г.А. Шульц*

Говоря об агрохимии – науке о взаимоотношениях трех составляющих: растения, почвы и удобрений, Прянишников изображал ее область в виде равностороннего треугольника. Главной задачей агрохимии ученый считал « изучение круговорота веществ в земледелии и выявление тех мер воздействия на химические процессы, протекающие в почве и растении, которые могут повышать урожай или изменять его состав».

Это убеждение исследователя покоилось на трех китах агрохимии: теории питания растений; учении о свойствах почвы с точки зрения этого питания и взаимодействия ее с удобрениями; учении о свойствах удобрений. Занимаясь другими науками, тесно связанными с агрохимией (почвоведением, растениеводством, физиологией растений, агрофизикой, земледелием, метеорологией, генетикой, селекцией, биохимией растений), Прянишников внес весомый вклад и в развитие этих областей знания. Благодаря теоретическим и прикладным работам Дмитрия Николаевича русская агрохимия получила мировое признание.

В каждом из направлений «триады» Прянишников достиг выдающихся результатов, но мы ограничимся работами ученого, связанными с производством и применением минеральных удобрений в земледелии. Многие труды Прянишникова стали классикой: «Частное земледелие» (1898), «Учение об удобрении» (1900), «Химия растений. Углеводы. Белковые вещества» (1907, 1914), «Аммиак как альфа и омега обмена азотистых веществ в растении» (1916) и т. д.

Работы Прянишникова, базировавшиеся на агрохимических исследованиях Д.И. Менделеева, А.Н. Энгельгардта, А.Е. Зайкевича, К.А. Тимирязева и др. русских ученых, шли параллельно с открытием в конце XIX в. крупных залежей фосфоритов. Ускорению изысканий способствовала международная и внутренняя обстановка: с европейского рынка российский хлеб стал вытеснять дешевый американский, а также столыпинское переселение крестьян в Сибирь требовало модернизации всего сельского хозяйства, в том числе и резкого увеличения применения минеральных удобрений.

Прянишников установил: все отечественные почвы нуждаются в минеральных удобрениях; большинство почв бедствуют без фосфатов; подзолистые почвы Нечерноземья испытывают «азотное голодание»; песчаные, сильно оподзоленные, торфяники и другие не могут давать урожай без калийных удобрений.

Проведя исследования фосфоритов, ученый доказал возможность непосредственного применения размолотых фосфоритов как удобрения и использования их для выработки суперфосфата, что привело к развитию производства фосфорных удобрений.

В России в начале XX в. очень остро, на уровне государственной безопасности, встал т. н. «туковый вопрос» (по Далю, почвенный тук – перегнившие животные и истлевшие и растительные вещества; удобрение, назем разного рода). Сельское хозяйство полностью зависело от ввоза удобрений из-за границы,

в первую очередь из Германии. К тому же цена на них была неподъемной для подавляющего большинства крестьянских хозяйств, особенно переселенцев. Для производства своих удобрений не хватало собственного сырья. В итоге у нас вносилось удобрений на одну десятину в 20 раз меньше, чем в той же Германии. С началом Первой мировой войны Россия оказалась и вовсе без минеральных удобрений.

Прянишников очутился в самом центре этой важнейшей государственной проблемы, которую он решал затем до конца жизни.

Исследованиями Прянишникова и его школы были установлены базовые положения агрохимии в части применения минеральных удобрений в земледелии. Изучив процессы азотистого питания и обмена азотистых веществ в растительном организме, усвоения растениями аммиачного азота, Прянишников сформулировал классическую теорию азотного питания растений (1916), вскрыл общие черты обмена азотистых веществ в растительном и животном мире, обосновал и активно участвовал в организации промышленного производства аммиачных удобрений и широкого их применения в земледелии. Прикладные работы с аммиачными удобрениями (сернокислым аммонием и др.) оказали влияние на фундаментальные исследования в области обмена веществ растений.

После открытия на р. Каме богатых залежей калийных солей (1925) и залежей апатитов на Кольском полуострове (1926) ученый составил физиологическую характеристику отечественных калийных солей.

Прянишников опроверг устойчивое мнение европейских ученых об обязательном окультуривании почвы перед внесением удобрений. Это позволило снизить издержки производства и вносить удобрения под технические культуры – хлопчатник, сахарную свеклу, картофель, что привело к существенному повышению урожайности.

В 1931 г. ученый возглавил Отдел минеральных удобрений ВНИИ удобрений, агротехники и агропочвоведения. Изучив эффективность удобрений в различных почвенно-климатических и производственных условиях, Прянишников разработал принципы рационального размещения и применения удобрений.

Помимо этого, агрохимик изучил «вопросы известкования кислых почв, гипсования солонцов; апробировал различные виды калийных, азотных и фосфорных удобрений в основных земледельческих районах СССР».

И наконец, Д.Н. Прянишников стал вдохновителем и инициатором развития в нашей стране туковой промышленности.

В 1973 г. СССР вышел на первое место в мире по производству минеральных удобрений. (Сегодня Россия по этому показателю находится на 4-м месте.)

Прянишников приобрел всероссийскую известность в годы Первой мировой войны, когда на страницах специальной литературы и в СМИ ученые и публицисты обсуждали планы создания отечественной туковой промышленности. А уже после Второй мировой войны имя русского исследователя стало известно во всем мире. Французские ученые, например, с восторгом отзывались о нем – члене-корреспонденте Французской АН, «но многие были убеждены, что есть несколько известных ученых Прянишниковых: Прянишников-агроном, Прянишников-агрохимик, Прянишников – физиолог и биохимик, и каждый думал, что он знает труды одного из этих Прянишниковых. После разъяснения, что это один и тот же Дмитрий Прянишников, неизменно следовало: “О! Это – непостижимо: на это способен только русский!”».

# СОБРАНИЕ ДОСТИЖЕНИЙ НИКОЛАЯ ВАВИЛОВА

*Ученый-растениевод, селекционер, географ, путешественник, президент Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина и Всесоюзного географического общества, академик АН СССР и ВАСХНИЛ, член двух десятков зарубежных академий и научных обществ, организатор и участник множества экспедиций по всему миру, Николай Иванович Вавилов (1887–1943) знаменит как основоположник генетики и собиратель самой богатой в мире коллекции культурных растений. Величайшими открытиями ученого стали нахождение географических центров происхождения культурных растений и установление закона гомологических рядов в наследственной изменчивости.*

В первой трети прошлого века еще встречались ученые-энциклопедисты масштаба Леонардо да Винчи, Ньютона, Ломоносова. Николай Иванович Вавилов – из их числа. У Вавилова целое собрание выдающихся научных достижений: учение об иммунитете растений, коллекция семян, учение о центрах происхождения культурных растений, закон гомологических рядов в наследственной изменчивости организмов, современное учение о селекции – ими научное наследство генетика не исчерпывается.

*Н.И. Вавилов*

Открытые ученым законы и созданные им учения нельзя разорвать, из них трудно выделить главное. Они вытекали один из другого, взаимно дополняя друг друга, и системно влияли на развитие науки и прогресс сельского хозяйства в мире.

Во время Первой мировой войны Вавилова назначили консультантом по вопросам массового заболевания солдат русской армии в Персии. Найдя причину болезни, ученый заодно собрал образцы персидской пшеницы. Посеяв позднее злак в Англии, он безуспешно пытался заразить ее мучнистой росой, после чего пришел к выводу, что иммунитет растений зависит от условий среды, в которой изначально формировался данный вид и что в наследственной изменчивости есть своя закономерность. Проследив изменения видов ржи и пшеницы от Ирана до Памира, Вавилов нашел, что и между родами существуют такие же закономерности. Позднее ученый экспериментально изучил

иммунитет различных сельскохозяйственных растений на хлебных злаках (650 сортов пшеницы, 350 овса и т. д.) и в 1919 г. выпустил монографию «Иммунитет растений к инфекционным заболеваниям». Этот труд положил начало изучению генетической природы иммунитета растений. С него, собственно, и началась мировая слава русского ученого.

А теперь о времени, в которое жил Вавилов, и о нем самом. В 1920-х гг. после мировой и Гражданской войн страна была в руинах. На земле было больше могил, чем землепашцев. Надо было преодолевать разруху, где-то брать зерно, картофель, растительное масло и пр., чтобы накормить людей, для чего срочно требовалось повысить урожайность сельхозкультур. А для этого надо было резко улучшить местные крестьянские сорта растений. Но как?

Работы был непочатый край. Это был трудоголик, всю жизнь работавший без выходных и отпусков, считавший болезнь непозволительной роскошью, трудившийся в любых условиях по 16–18 часов в сутки, довольствовавшийся прерывистым сном в самолетах, вагонах, автомобилях и кибитках. Изумительная память, знание 20 языков, высочайшая коммуникабельность, обаяние и миролюбие, исходившие от него, поразительное здоровье, когда рядом с ним от усталости валились люди и лошади, а ему было хоть бы хны, привычка к риску, олимпийское спокойствие и самообладание – все это делало Николая Ивановича уникальной личностью, за которой следовали все. Человеку, который во всеуслышание в те непростые годы мог сказать «Пойдём на костер, будем гореть, но от убеждений своих не отречемся», верили.

Но вернемся к научным достижениям ученого.

Еще в молодости решив, что в селекционной и научно-исследовательской работе без собрания культурных растений не обойтись, Вавилов стал собирать семена культурных растений и их диких сородичей во всех наиболее древних земледельческих странах мира. Эта задача стала одной из главных в руководимом им Всесоюзном институте растениеводства (ВИР). Вавилов подобрал ученых-единомышленников, разработал широкую программу научных экспедиций, выбил фонды и деньги и организовал 180 ботанико-агрономических экспедиций на все континенты, кроме Австралии и Антарктиды. Растениеводы собрали к 1940 г. 250 тыс. образцов (36 тыс. пшеницы, 10 тыс. – кукурузы и т. д.) – крупнейшую мировую коллекцию семян культурных растений, почти все, что было выведено когда-либо земледельцами мира.

На полях института и на опытных станциях страны эти

семена высевали на делянках. Выросшие из них растения изучали, отбирали лучшие, создавали высокоурожайные сорта, которые внедрялись затем на колхозные и совхозные поля. О своих путешествиях Вавилов поведал не только в научных работах (у него их около 400), но и в увлекательной книге – «Пять континентов».

Ученый сам (в одиночку или с 1–2 помощниками) преодолел по суше, воде и воздуху 100 тыс. км и исходил пешком 54 страны, часто с опасностью для жизни, в непроходимых местах, где еще не ступала нога европейца. «Мне не жалко отдать жизнь ради самого малого в науке», – без всякой позы говорил ученый. За 5-месячную экспедицию в Афганистан (1924), где Вавилову пришлось преодолеть «на краю гибели» 5000 км, Географическое общество СССР присудило ученому высшую награду – Золотую медаль им. Н.М. Пржевальского.

В отличие от зарубежных коллег Вавилов осуществлял поиск и сбор материалов не вслепую. Предпосылками и теоретическим обоснованием этой работы стали сформулированные им представления о гомологических рядах и о географических центрах происхождения культурных растений.

Обнаружив удивительное повторение одних и тех же признаков у растений, принадлежащих к различным ботаническим видам, Вавилов пришел к выводу, что у родственных организмов изменчивость признаков идет в одном направлении, то есть параллельно. Такую параллельную изменчивость имеют не только виды одного и того же рода, но и виды близких по своему происхождению родов, например пшеницы, ячменя и других злаков. Ученый установил, что подобный параллелизм (гомологичность) изменчивости присущ не только растительному, но и животному миру и в основе его лежат закономерные генетические, то есть наследственные, взаимосвязи между поколениями организмов.

О законе гомологических рядов Вавилов сообщил на III Всероссийском селекционном съезде (1920). «Величайшее открытие, имеющее мировое значение», было восторженно встречено учеными России. Еще бы – теперь появилась возможность получать искусственные формы растений! Съезд отметил в решении, что вавиловский закон аналогичен периодическому закону в химии и шумно приветствовал «Менделеева биологии». Закон и впрямь четко устанавливал основы систематики всего разнообразия растительных (и животных) форм, позволял предсказывать существование, свойства и строение неизвестных еще форм и видов растений и животных, а биологам помогал целенаправленно заниматься

селекцией.

Новый закон натолкнул Вавилова на поиски нескольких генетических центров, из которых произошли культурные растения Земли.

Установив, что не во всех географических зонах культурные растения обладают одинаковым разнообразием, ученый нашел для разных культур свои центры многообразия, где сосредоточено наибольшее число сортов, разновидностей, всевозможных наследственных отклонений. Он пришел к выводу, что эти центры являются и районами возникновения культурных сортов. У картофеля, например, максимум генетического разнообразия отмечен в Южной Америке, а у ячменя – в Африке.

На основании ботанико-географических, а также археологических и историко-лингвистических исследований Вавилов создал учение о центрах происхождения культурных растений и установил семь главнейших центров происхождения возделываемых растений: Южноазиатский тропический, Восточноазиатский, Юго-Западноазиатский, Средиземноморский, Абиссинский, Центральноамериканский и Южноамериканский. Позднее нашим ботаником П.М. Жуковским было установлено еще 4 центра – Австралийский, Африканский, Европейско-Сибирский и Североамериканский. В этих центрах ученые под эгидой ООН черпают сегодня самый разнообразный исходный селекционный материал.

Свои фундаментальные исследования Вавилов обобщил в труде «Центры происхождения культурных растений», за который ему была присуждена Премия им. В.И. Ленина (1926).

В результате всех своих трудов Вавилов создал селекцию в ее современном виде, основанием которой стали учение об исходном материале, ботанико-географические основы познания растений, метод селекции по хозяйственным признакам с привлечением гибридизации, дифференциальные карты географической локализации разновидностей пшеницы, овса, ячменя, ржи, кукурузы и других растений.

Поскольку среди культурных растений, привезенных из экспедиций, половина оказались новыми, еще неизвестными науке, это в корне изменило сам подход к селекционной работе. Так, открытие новых видов и разновидностей картофеля изменило прежнее представление об исходном материале. Точно так же проводилась селекция хлопчатника, осваивались влажные субтропики в СССР…

По мнению биологов всего мира, открытия Вавилова «сделались чем-то вроде ботанического компаса». Имя русского ученого начертано на титульном листе международного журнала

«Генетика», выходящего в Лондоне, рядом с другими классиками естествознания – Линнеем, Дарвином и Менделем.

На долю коллекции образцов семян Вавилова выпали тяжкие испытания. При 900-дневной блокаде Ленинграда в годы Великой Отечественной войны сотрудники ВИРа умудрились не только сохранить коллекцию семян, но и вывести еще новые сорта с улучшенными качествами!

А уже в наши дни части этой коллекции – 10 000 образцам плодово-ягодных культур (яблонь, земляники, вишни, малины, смородины и др.), 90 % которых нет больше ни у кого в мире, грозит гибель. Дело в том, что землю Павловской опытной станции (филиала ВИР) под Санкт-Петербургом собираются пустить под застройку частными коттеджами.

Судьбу земли станции (а значит, и коллекции), после того как Федеральный арбитражный суд Московского округа «умыл руки», должна решить Счетная палата РФ.

# СОЛНЕЧНЫЕ ТРУДЫ ЧИЖЕВСКОГО

*Физик, биолог, биофизик, гелиобиолог, археолог, медик, эпидемиолог, историк, социальный психолог, инженер, изобретатель, художник-пейзажист, философ-космист, поэт; профессор Московского археологического института; действительный и почетный член 30 академий, университетов и научных обществ разных стран мира, почетный президент Первого Международного конгресса по биологической физике и космической биологии; директор Центральной лаборатории по ионификации Наркомзема СССР, директор Института биофизики; лауреат премий Совнаркома и Наркомзема СССР; участник Первой мировой войны, Георгиевский кавалер; автор 500 научных трудов и десятка монографий, Александр Леонидович Чижевский (1897–1964) является одним из основателей биофизики, основоположником гелио– и космобиологии, космической эпидемиологии, создателем математической теории электродинамики крови. Всемирную известность приобрел его электроэффлювиальный аэроионизатор, или «люстра Чижевского».*

В очерке речь пойдет не об единичном научном достижении А.Л. Чижевского, а о его совокупном вкладе в развитие русской науки. Как у Ломоносова или Менделеева трудно по одной, даже гениальной теории составить мнение о масштабе их научных деяний, так и у Чижевского нелегко назвать главное его открытие. Его научные труды касались трех взаимосвязанных направлений: гелиобиологии, ионизации и эритроцитов. И поскольку ученого называют основоположником этих областей науки, расскажем обо всех трех.

*А.Л. Чижевский*

Но прежде о широте интересов Чижевского, о его невероятной научной продуктивности. В 1917–1918 гг., например, Чижевский защитил три (!) диссертации: «Русская поэзия XVIII века», «Эволюция физико-математических наук в Древнем мире» и «Исследование периодичности всемирно-исторического процесса». «Между делом» он напечатал еще и книгу «Академия поэзии». Так плотно и плодотворно Александр Леонидович работал всю свою жизнь.

1939 г. стал годом мирового триумфа советского ученого. В США был организован Первый Международный конгресс по биологической физике и космической биологии, куда был приглашен и Чижевский. Выехать за рубеж Александр Леонидович не смог, и его заочно утвердили почетным президентом конгресса.

Группа ученых от имени конгресса направила в Нобелевский комитет меморандум о научных трудах русского ученого, но «Чижевский отказался от выдвижения на Нобелевскую премию “по этическим мотивам”». В том меморандуме, в частности, говорилось: «Гениальные по новизне идей, по ширине охвата, по смелости синтеза и глубине анализа труды поставили профессора Чижевского во главе биофизиков мира и сделали его истинным Гражданином мира, ибо труды его – достояние Человечества… Проф. Чижевский смело перебрасывает мосты между явлениями

природы и вскрывает закономерности, мимо которых проходили тысячи естествоиспытателей… [Он] является также выдающимся художником и утонченным поэтом – философом, олицетворяя для нас, живущих в XX веке, монументальную личность да Винчи».

Примером умения Чижевского погружаться в проблему, невзирая на внешние обстоятельства, служит созданная им в Карлаге и Караганде, куда он попал в 1942 г. в результате околонаучных склок и интриг, процветавших в среде ученых, математическая теория электродинамики крови. (Александр Леонидович был там единственным, кто не носил нашитого номера – не потому, что находился в привилегированном положении, а потому, что его не смогли заставить сделать это.)

В клинической лаборатории при лагерном госпитале профессор, изучая структуру крови и механизм ее движения по сосудам, установил «системную организацию движущейся крови, наличие в ней радиально-кольцевых структур, обусловленных электрическим взаимодействием ее элементов».

Отбыв свой срок заключения, ученый добровольно остался на месяц, чтобы завершить свою работу по электрогемодинамике – по форме и агрегации эритроцитов своей и донорской крови! По этой теме были опубликованы в 1959 г. две брошюры («Электрические и магнитные свойства эритроцитов», «Структурный анализ движущейся крови») и монография «Биофизические механизмы реакции оседания эритроцитов» (1964).

Следующим выдающимся научным достижением Чижевского стала основанная им гелиобиология – раздел биофизики, изучающий влияние изменений активности Солнца на земные организмы.

Проанализировав исторические события за последние 2300 лет в 70 странах, Чижевский установил, что циклические (11-летние) колебания солнечного излучения отражаются не только на возникновении стихийных бедствий, изменении климата, жизнедеятельности земных организмов, но и на возникновении эпидемий, эпизоотий, обострении нервных и психических заболеваний. При этом ученый обратил внимание на 2–3-летние промежутки максимальной солнечной активности, на которые приходятся начала войн, революций, восстаний, политико-экономических кризисов. Биофизик впервые ввел в научный лексикон понятие «космическая погода». В первый раз на эту тему Чижевский высказался в докладе «Влияние пертурбаций в электрическом режиме Солнца на биологические явления» (1915), вызвавшем бурную дискуссию, а затем в работах «Физические факторы исторического процесса» (1924),

«Эпидемические катастрофы и периодическая деятельность Солнца» (1930) и в «В ритме Солнца» (опубликована посмертно, 1969). Сегодня прогнозы резких колебаний солнечной активности учитывают (хотя недостаточно) в космической биологии, медицине, практике здравоохранения, в сельском хозяйстве и других отраслях науки и народного хозяйства. Открытие Чижевского еще ждет своего применения в медицине; в профилактике нервных, нервно-психических, сердечно-сосудистых и других заболеваний, в эпидемиологии (известно, что вирулентность микроорганизмов прямо зависит от некоторых электрических излучений на Солнце).

В результате многолетних экспериментов в области аэроионизации (третьей составляющей научного вклада ученого) Чижевский впервые в мировой науке установил, что отрицательно заряженные ионы воздуха благотворно влияют на животных и растения, в том числе на организм человека, а положительно заряженные угнетают их, вызывая т. н. аэроионное голодание с тяжелыми физиологическими последствиями. На электроэффлювиальный аэроионизатор для получения легких аэроионов в лечебных целях («люстру Чижевского») – самое известное изобретение Александра Леонидовича – было выдано авторское свидетельство.

Обосновав лечебные и профилактические мероприятия с использованием ионизации воздуха, ученый тем самым заложил основы инженерно-строительного направления – аэроионофикации. Предложив использовать направленный поток аэроионов для осаждения пыли и микроорганизмов из воздуха, Чижевский открыл способ очистки воздуха помещений от вредных загрязнений, а также пути борьбы с загрязнением атмосферы промышленных городов.

Попутно Чижевский «открыл простой способ получения высокодисперсных и ионизированных паров воды, лекарственных растворов и тонкой пыли твердых веществ, заложив основы, с одной стороны, электроаэрозольтерапии, а с другой – электронно-ионной технологии (в частности, электроокраски, электронанесения антикоррозионных покрытий и т. д.)». Основные труды по этому направлению – «Аэроионификация в народном хозяйстве» (1960) и «Руководство по применению ионизированного воздуха в промышленности, сельском хозяйстве и в медицине» (1959). Говорят, при аресте у Чижевского была изъята его 700-страничная монография «Аэроионы» («Электрическая медицина»), над которой он работал 25 лет. Судьба рукописи неизвестна.

В 1931 г. Наркомздрав и в 1959 г. Минздрав СССР

рекомендовали использовать метод аэроионотерапии для широкого внедрения. В США, Франции, Германии, Италии, Бельгии, Японии аэроионотерапию стали применять еще до Второй мировой войны.

Ионизированный воздух «по Чижевскому» применяют ныне при лечении бронхиальной астмы, острых и хронических катаров верхних и нижних дыхательных путей, при гипертонической и гипотонической болезнях, ожогах и ранах, неврозах, коклюше у детей, радикулите, мигрени, начальной стадии туберкулеза, бессонницы…

В птицеводстве и животноводстве аэроионофикация позволяет получить дополнительный привес 10–15 %, уменьшить заболеваемость и падеж.

Аэроионизаторы применяются для обеспыливания цехов заводов; для борьбы с пневмокониозами и силикозом; для борьбы с загрязнением воздуха путем аэроионофикации заводских труб; для очищения воздуха от радиоактивной пыли на атомных станциях и атомных силовых установках; для лечебных учреждений; в быту и в помещениях с большим скоплением народа…

Философию Чижевского, относящуюся к космизму К.Э. Циолковского и В.И. Вернадского, мы здесь не рассматриваем. Но из поэтического наследия ученого приведем – в качестве лирического отступления – стихотворение «Летний дождик».

*Нависли тучки над листвою;*
*Повсюду сладкий аромат;*
*Как душно мне перед грозою!*
*Как молчаливо дремлет сад!*
*Здесь все так томно, так уютно!*
*Цветки склонились головой*
*И ждут, пока их дождь минутный*
*Овеет влагой золотой.*
*А вот уж в дальней роще, там,*
*Где посреди берез и сосен*
*Весь день не молкнет птичий гам,*
*Что так шумлив, многоголосен, —*
*Вдруг зашуршало по листве…*
*И ближе, ближе и скорее*
*Закапал дождик по аллее,*
*По непокрытой голове…*

# Телеграф, радио, телевидение

# ТЕЛЕГРАФ ШИЛЛИНГА

*Ученый-электротехник, изобретатель; этнограф, филолог, криптограф, востоковед, знаток восточных языков; член-корреспондент Петербургской АН, а также национальной корпорации французских востоковедов, член Британского общества азиатской литературы; собиратель коллекции (6600 томов) редких тибетских, монгольских, китайских и японских сочинений; переводчик и губернский секретарь в русском посольстве в Мюнхене; участник похода русской армии на Париж (1813–1814); основатель первой гражданской литографии при российском МИДе; руководитель научной экспедиции в Забайкалье и Монголию; кавалер боевого ордена Святого Владимира с бантом, обладатель именной сабли «За храбрость», барон Павел Львович Шиллинг (настоящее имя Пауль фон Шиллинг-Канштадт, 1786–1837) является создателем первого в мире электромагнитного телеграфа и первых телеграфных кодов и кабелей связи.*

П.Л. Шиллинг электротехникой и изобретательством занимался между ориенталистикой и филологией, а востоковедением и древними тибетскими рукописями между минами и криптографией. Павел Львович был настолько разносторонен в своих научных пристрастиях и всесторонне талантлив, что с поразительной легкостью и с неизменным успехом мог заниматься всем на свете. Барон был легок на подъем и в общении с учеными и поэтами, с драгунами и с настоятелями тибетских храмов и монастырей. О нем знали все – от армейских саперов до российского императора.

*П.Л. Шиллинг*

Свое первое замечательное изобретение Шиллинг сделал в 1812 г.

Ученый жил в пору триумфа «электрической мысли» и зарождения электротехники. В 1790–1810 гг. европейские и русские физики и химики совершили настоящий прорыв в этой области. Л. Гальвани открыл «животное электричество», А. Вольта изобрел источник гальванического тока – вольтов столб, В.В. Петров получил электрическую дугу.

В 1809 г. С.Т. Земмеринг построил электролитический телеграф. Шиллинг участвовал в опытах немецкого анатома в качестве любителя. Через 15 лет барон вернулся к «телеграфному» вопросу, но тогда занятия «электрогальванизмом» и химическими источниками тока подтолкнули его и к собственным исследованиям.

Не удовлетворенный допотопным способом подрыва мин

длинными холщовыми рукавами, начиненными порохом, изобретатель два года искал метод, отвечающий тогдашнему уровню развития науки и техники.

Ученый впервые предложил применять для дистанционного взрывания мин электрический ток, получаемый от вольтова столба. Источник тока связывался с запалом подземным или подводным кабелем длиной до 500 м. Кабель представлял собой две медные жилы, покрытые шелковой изоляцией, пропитанной раствором каучука в льняном масле – тоже изобретением барона.

Шиллинг успешно продемонстрировал свои мины на Неве в Петербурге, взорвав их под водой. Мины поступили на вооружение русской армии, однако Александр I из гуманных целей запретил их использование в начавшейся войне с французами.

Электрический запал, прославивший ученого, стал вообще запалом к его научной и изобретательской деятельности. К тому же кабель Шиллинг использовал и в главном своем изобретении – электромагнитном телеграфе.

Будучи в курсе всех научных новинок, Павел Львович не мог не обратить внимание на работы Х.К. Эрстеда и А.М. Ампера в области электромагнетизма. Эрстед нашел связь между электрическими и магнитными явлениями и продемонстрировал отклонение магнитной стрелки под действием электрического тока. Ампер предложил стрелочную индикацию магнитного поля. Идея передачи определенных знаков (букв алфавита) от одной станции (источника тока) по проводам к другой станции, оснащенной магнитными стрелками, витала в воздухе.

Шиллинг блестяще воплотил эту идею, отказавшись от нескольких десятков пар проводов, несущих информацию о каждой букве алфавита, и ограничившись всего шестью.

Электромагнитный телеграф состоял из передатчика и приемника. Передатчик напоминал игрушечный клавесин – клавишный манипулятор – восемь пар белых и черных клавиш, из которых шесть пар были соединены проводами с приборами на приемной станции, усиливающими отклонение стрелки, – мультипликаторами (умножителями). Седьмая пара соединялась с вызывным устройством, восьмая служила переключателем полярности гальванической батареи. Порядок расположения клавиш в передающем приборе и мультипликаторов в приемном был один и тот же.

При нажатии на передатчике на черную клавишу магнитная стрелка в приемнике поворачивались в одном направлении; при нажатии на белую клавишу – в другом. Вслед за магнитной стрелкой поворачивался в ту или иную сторону подвешенный

черно-белый кружок. При выключении тока ребро кружка фиксировалось как черточка.

Сочетание черно-белых кружков и черточек дало первую условную азбуку – первый в мире бинарный код. Каждой букве был присвоен определенный набор белых, черных кружков и черточек. Скажем, буква А обозначалась как – – – – – -, буква Б – как ●– – – – – , Р – как – – ●● – – и т. п.

«Каждый из шести индикаторов мог принимать одно из двух рабочих положений; сочетание этих положений позволяло передать 26 кодовых единиц, то есть 64 единицы, что с избытком хватало для обозначения всех букв алфавита, цифр и специальных знаков».

Первый телеграф был готов и испытан в 1828 г., но публично свое детище после доработок Шиллинг впервые продемонстрировал 21 октября 1832 г. у себя дома. Передающий и принимающий аппараты разнесли в разные концы здания. Первую русскую телеграмму (на французском языке) составил и передал лично Николай I: «Я очень рад был посетить господина Шиллинга». Затем в течение нескольких месяцев барон радовал публику сеансами телеграфии.

Изобретение получило высокую оценку естествоиспытателей и правительства. Первая линия телеграфной связи по распоряжению императора соединила Зимний дворец и Министерство путей сообщения. Вторая линия длиною в пять верст соединила Зимний с Адмиралтейством.

История шиллинговского изобретения вполне типична – аппарат украли. Не буквально, конечно.

В 1835 г. ученый продемонстрировал телеграф в Бонне, на собрании естествоиспытателей, но не стал связываться с патентом. Незапатентованная идея привлекла многих охотников поживиться за чужой счет. Больше других в этом преуспели представители туманного Альбиона – студент У.Ф. Кук и физик Ч. Уитсон. Кук достал копии с чертежей аппарата, а Уитсон внес в конструкцию кое-какие детали. В 1837 г. Англия стала «родиной» аппарата Шиллинга. Изобретение тут же было использовано на английских железных дорогах.

Академик Б.С. Якоби, отстаивавший приоритет Шиллинга, писал, что «следит за прогрессом телеграфии для того только, чтобы предъявить права на первенство моего покойного друга». Это, увы, не помогло.

Аппарат и код изобретателя С. Морзе, занимавшегося телеграфом самостоятельно, появились на свет уже после смерти Шиллинга в 1837 г.

К сожалению, Павел Львович, занимавшийся проблемой

графической регистрации сигналов, в чем преуспел американец, не успел довести это дело до конца. Хотя о чем жалеть? Все равно практическая телеграфия началась не с «кода Морзе», а с «азбуки Шиллинга», поскольку именно в ней были реализованы основные принципы, использованные Морзе.

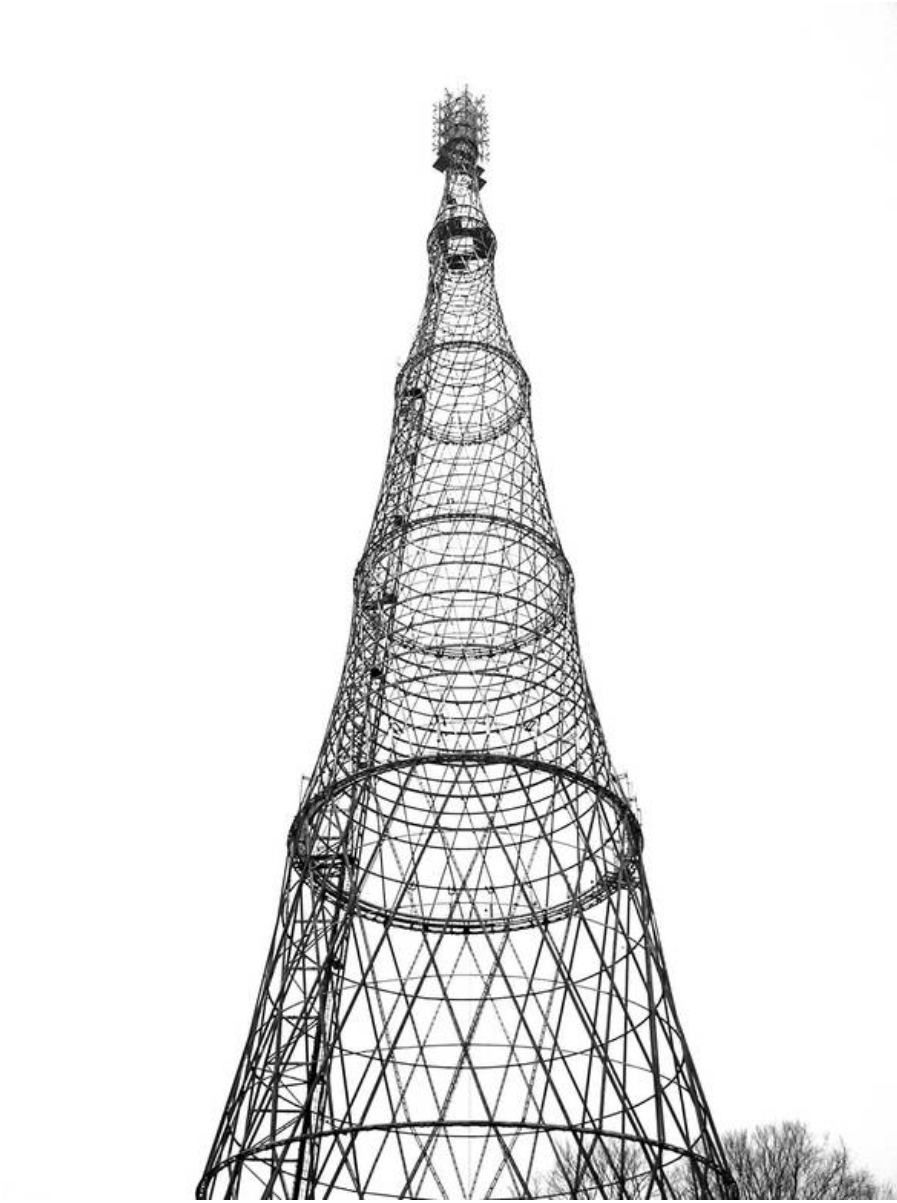
В последующих конструкциях телеграфных аппаратов ученые шли в направлении уменьшения числа индикаторов, а значит, и проводов, но их путь был не оригинален. В одной из своих конструкций (не продемонстрированной публично) русский изобретатель разработал систему с одной парой линейных проводов.

Шиллинг намеревался также соединить телеграфом Петергоф и Кронштадт, находил в том поддержку правительства, впервые предложил линии с воздушной прокладкой неизолированных проводов, крепящихся к шестам на специальные изоляторы, но, увы-увы…

# ГИПЕРБОЛОИД ИНЖЕНЕРА ШУХОВА (Шуховская башня)

*Инженер-механик, гидротехник, технолог, теплотехник, мостостроитель, архитектор, член-корреспондент и почетный член АН СССР, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, член ВЦИК, Герой труда, Владимир Григорьевич Шухов (1853–1939) сделал столько проектов и изобретений, что о нем говорили как о «человеке-фабрике». Среди множества равновеликих достижений «первого инженера России» одним из главных можно назвать создание Шуховым «гиперболоидных башен», самой известной из которых стала радиобашня в Москве на Шаболовке (1922).*

Башня на Шаболовке признана международными экспертами одним из высших достижений инженерного искусства. В 1940-х – 1960-х гг. (до Останкино) она была брендом телевидения. При нашем уважении к ТВ надо сказать, что роль этой башни не только телевизионная. Разместив в себе в 1922 г. радиостанцию имени Коминтерна, радиобашня стала не только символом радио и величия инженерной мысли, но и символом молодого государства – СССР. Автором этого сооружения является 68-летний Владимир Григорьевич Шухов, к тому времени признанный во всем мире инженер величины Л. да Винчи и Н. Теслы… На рубеже XIX – XX вв. о нашей стране судили по работам Шухова. Творческий диапазон Владимира Григорьевича не знал границ. Свой след инженер оставил во многих областях техники, равно как в строительстве и архитектуре. Большей частью это были не «малые» изобретения, решавшие частные проблемы, а грандиозные технологии и конструкции, которые и по сей день служат людям и поражают воображение специалистов.



*Шуховская башня в Москве*

В нефтепереработке, теплотехнике, гидравлике, судостроении, военном деле, реставрационной науке Шухов прославился изобретением крекинг-процессам перегонки нефти, нефтеналивными баржами, магистральными трубопроводами, паровыми водотрубными котлами, газгольдерами, доменными и мартеновскими печами, маяками, пакгаузами, воздушно-канатными дорогами, платформами для тяжелых орудий, мостовыми кранами, минами, авиационными ангарами, трамвайными депо… Как строитель, Шухов создавал заводские

цеха и первые российские нефтепроводы, проектировал крупные системы водоснабжения Москвы, Киева, Воронежа и других городов, восстанавливал разрушенные в Гражданскую войну объекты, участвовал во всех крупных стройках первых пятилеток – Магнитки, Кузнецкстроя, Челябинского тракторного, завода «Динамо».

Плодотворнейшей сферой деятельности инженера стало создание им новаторских, изящных и долговечных пространственных систем покрытий (т. н. стальных сетчатых оболочек, полюбившихся всем архитекторам XX и XXI вв.) и высотных сооружений из металла. «Можно смело утверждать: после Шухова в этой области не было сделано принципиально новых изобретений и не было создано конструкций, столь совершенных эстетически» (Е.М. Шухова). Висячие сетчатые покрытия гигантских площадей в несколько тысяч кв. метров, сетчатые своды и своды двоякой кривизны с пролетами до 40 м в XX в. стали одними из самых привычных архитектурных форм. Изобретением легких металлических арочных покрытий (перекрытие дебаркадера Киевского вокзала в Москве, стеклянные своды над ГУМом в Москве и Петровским пассажем в Санкт-Петербурге) «завершился долгий поиск инженерами всего мира наиболее рационального типа стропильной фермы. Дальнейшее ее усовершенствование стало уже невозможным. Это строго научно было доказано В.Г. Шуховым в книге “Стропила” (1897) и там же указан единственно верный путь – переход к пространственным системам, в которых все элементы конструкции при восприятии нагрузки работают как единый слаженный организм». Вес шуховских «крыш без стропил» был в 2–3 раза ниже, а прочность значительно выше, чем у традиционных типов покрытий. Они были намного проще в сборке и монтаже.

Индустриальная архитектура стала коньком Шухова, который «вывез» его в число «величайших инженеров мира» и одновременно выдающихся «художников в конструкциях», сооружения которого называют произведениями.

«Шедевр мастера» на Шаболовке принадлежит к классу т. н. гиперболоидных конструкций, введенных Шуховым в архитектуру еще в 1880-х гг. Точнее, эта форма называется однополостным гиперболоидом вращения. Грандиозный вид этой башни и ее эстетическое великолепие подвигли А.Н. Толстого к написанию «Гиперболоида инженера Гарина».

По воспоминания правнучки изобретателя Е.М. Шуховой, Владимир Григорьевич пришел к форме башни, увидев плетеную ивовую корзинку для бумаг, перевернутую вверх дном, а на ней

тяжелый горшок с фикусом.

Шухов скрупулезно рассчитал конструкцию башни, способ ее монтажа и в январе 1896 г. подал заявку на привилегию «Ажурная башня». Способ устройства заключался в следующем: «Сетчатая поверхность, образующая башню, состоит из прямых деревянных брусьев, брусков, железных труб, швеллеров или уголков, опирающихся на два кольца: одно вверху, другое внизу башни; в местах пересечения брусья, трубы и уголки скрепляются между собой. Составленная таким образом сетка образует гиперболоид вращения, по поверхности которого проходит ряд горизонтальных колец. Устроенная вышеописанным способом башня представляет собой прочную конструкцию, противодействующую внешним усилиям при значительно меньшей затрате материала». Изобретателю был выдан патент Российской империи № 1896 от 12 марта 1899 г.

Первым сооружением этого типа стала 25-метровая водонапорная башня, продемонстрированная на Всероссийской промышленной и художественной выставке в Н. Новгороде (1896) и произведшая фурор. В распространенной тогда «железной архитектуре», типичным образцом которой считается Эйфелева башня, конструкция Шухова выглядела диссонансом, но куда более гармоничным, чем образцы старой школы. Рассчитанная на самый сильный ураган, с более чем двукратным коэффициентом запаса устойчивости, башня своей ажурной формой и воздушностью покорила и обывателей, и специалистов.

Гиперболоидным башням была открыта зеленая улица. За 30 последующих лет возвели сотни этих сооружений: водонапорных башен, гиперболоидных маяков, антенн, опор под резервуары, корабельных мачт на броненосцах. США вообще установили такие мачты на большинстве своих кораблей ВМФ. В конце 1920-х гг. по той же системе были сооружены опоры ЛЭП НИГРЭС.

Радиобашня на Шаболовке стала самой высокой из шуховских башен (160 м с двумя траверзами и флагштоком). Первый проект 9-секционной башни был разработан Шуховым в 1919 г. с расчетной высотой 350 м. На ее сооружение требовалось металла в 3 раза меньше, чем на 300-метровую Эйфелеву башню. Металла тогда в разоренной стране не было, и чудо, что за этот проект вообще взялись. Правда, его пришлось переделать на 6 секций общей высотой 148,3 м. «Железо» выдали по личному указанию В.И. Ленина из запасов Военного ведомства.

Строительство велось по изобретенному Шуховым «телескопическому» методу монтажа конструкций. Не было лесов и подъемных кранов. Секции по очереди монтировались на земле,

внутри первой секции, после чего при помощи блоков и лебедок поднимались по принципу выдвижной подзорной трубы.

К строительству приступили 14 марта 1920 г. Руководил возведением башни сам Шухов. Из-за отсутствия материалов и квалифицированных рабочих, которым часто зарплаты не хватало на еду, работа неоднократно прерывалась, а однажды при подъеме 4-й секции произошла авария, смялись нижние секции. Авторитетная комиссия пришла к выводу, что «проект безупречен» и авария произошла из-за усталости металла. Тем не менее Шухова приговорили к «условному расстрелу» с отсрочкой исполнения приговора до завершения строительства. В ту пору Владимиру Григорьевичу и без того было тяжко: погиб его младший сын, умерла мать…

19 марта 1922 г. башня была сдана в эксплуатацию. На ней установили необходимую аппаратуру, а через полгода состоялась и первая радиопередача: концерт русской музыки с участием Н. Обуховой. Тогда же были отменены обвинения инженера во «вредительстве» и «условный расстрел».

В 1937 г. при энергичном участии 84-летнего Шухова башню переоборудовали для трансляции передач коротковолнового катодного телевидения. Через два года с передатчиков стали идти регулярные телевизионные трансляции.

Тогда же башня выдержала серьезное испытание на прочность. За трос, соединяющий гиперболоид с соседней мачтой, зацепился почтовый самолет. Аэроплан рухнул, а башня устояла.

Мода на гиперболоидные шуховские башни пришла на Запад в 1930-х гг. и не утихла до сих пор. Воспользовались идеями Шухова в своем творчестве и великие зодчие Ле Корбюзье и О. Нимейер. Отдают должное им и на Востоке. Так, в 2005–2009 гг. в Гуанчжоу (Китай) была построена подобная башня высотой 610 м.

На выставке «Инженерное искусство» в Центре Помпиду в Париже (1997) изображение Шуховской башни использовалось как логотип. На выставке «Лучшие конструкции и сооружения в архитектуре XX века» в Мюнхене (2003) был установлен позолоченный 6-метровый макет Шуховской башни.

Башня на Шаболовке объявлена памятником архитектуры и инженерной мысли, охраняется государством.

За 90 лет башня ни разу не реставрировалась и изрядно проржавела, хотя, по мнению специалистов, простоит еще не менее 50 лет. В настоящее время обсуждается вопрос о реставрации сооружения в его первозданном виде. По словам В. Шухова, правнука изобретателя, конструкция изначально

напоминала куклу-неваляшку: «если на башню налагались дополнительные нагрузки, то она за счет веса и центра тяжести внизу сама себя выравнивала. В 1950-х годах нашелся умный архитектор, который все это “некрепко и ненадежно” предложил залить бетоном».

Шухов отверг множество лестных предложений уехать на Запад. Все права на свои изобретения и все гонорары он передал государству. «Мы должны работать независимо от политики. Башни, котлы, стропила нужны, и мы будем нужны».

# РАДИО ПОПОВА (Радиодетектив)

*Ученый-электротехник, заведующий кафедрой физики и директор Санкт-Петербургского электротехнического института императора Александра III, почетный член Императорского Русского технического общества (ИРТО), обладатель большой золотой медали Всемирной выставки в Париже (1900), Александр Степанович Попов (1859–1906) известен как автор многих выдающихся изобретений, самым знаменитым из которых стало радио.*

Немыслимо представить нашу жизнь без радио. Без радио в его изначальном смысле – радиосвязи, подарившей людям радио и телевидение, давшей начало таким наукам, как радиоастрономия, радиометрология, радионавигация, радиоразведка, радиопротиводействие и т. д.

Оглядываясь назад, легко сказать, что принцип работы радио прост – всё гениальное просто. Передатчик формирует сигнал определенной частоты и амплитуды. Далее антенна излучает в пространство модулированный высокочастотный сигнал, который улавливается антенной приёмника, очищающей его от высокочастотной составляющей. А в итоге речь, музыка, сигналы передаются без искажений на любое расстояние.

К этому открытию в последней трети XIX в. одновременно пришли ученые многих стран. Мир в предчувствии гигантских катаклизмов спешил вооружиться технически. Важнейшей государственной и военной задачей стало создание надежной оперативной связи.

*Памятник А.С. Попову в Краснотурьинске*

Идея беспроводной связи появилась в 1866 г. Ее выдвинул, как ни странно, американский дантист М. Лумис. Натуралист прицепил к двум воздушным змеям электрические провода, являвшиеся антеннами радиопередатчика и радиоприемника. При размыкании от земли цепи одного провода в цепи другого провода отклонялась стрелка гальванометра.

Более двух десятков лет лучшие физики Европы и США с незначительным успехом пытались усовершенствовать этот эксперимент, пока в 1888 г. Г. Герц не доказал существование

электромагнитных волн (волн Герца). Немецкий ученый с помощью т. н. вибратора впервые осуществил успешные опыты по передаче и приему электромагнитных сигналов на расстояние и без проводов.

В 1890-х гг. американский ученый и изобретатель сербского происхождения Н. Тесла описал принципы передачи радиосигнала на большие расстояния, запатентовал радиопередатчик и изобрел мачтовую антенну, с помощью которой передал радиосигналы.

Тут началось самое интересное. До изобретения радио было рукой подать. И на финише сербского гения опередил Г. Маркони, предприимчивый итальянский инженер, ранее никогда особо не интересовавшийся данной проблемой. Позаимствовав ряд технических решений у А.С. Попова (о чем речь далее), итальянец в 1895 г. смог передать радиосигнал, после чего в 1896 г. получил патент. В 1909 г. Маркони и Ф. Брауну была присуждена Нобелевская премия по физике – «в знак признания их заслуг в развитии беспроволочной телеграфии». На полвека приоритет остался за Маркони, пока в 1943 г. в судебном (американском) порядке не признали первенство Теслы.

Вокруг любого открытия всегда много суеты, в том числе научных сообществ и правительств, спешащих получить свои дивиденды. Так до сих пор Италия признает изобретателем радио Маркони, Штаты – Теслу, Англия – Д. Лоджа, Бразилия – священника Р.Л. де Мора и т. д.

А что делать нам, соотечественникам истинного изобретателя радио – А.С. Попова? Ведь мировое научное сообщество (когда речь не идет о сугубо национальных интересах) именно его считает первооткрывателем радио.

В принципе, для «чистой» науки не важен приоритет, важны суть и масштаб открытия. И что значительнее – теория или ее приложение – тоже не столь существенно. Важнее результат их совместного влияния на научно-технический прогресс.

До открытия радио Александр Степанович плодотворно трудился в минном офицерском классе Морского ведомства в качестве преподавателя физики, высшей математики и электротехники и был широко известен как блестящий физик-экспериментатор.

Обобщив и развив сделанные до него разрозненные открытия в науке и технике, Попов 7 мая 1895 г. на заседании Русского физико-химического общества (РФХО) доложил итоги своих пятилетних работ. Лекцию «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям» он сопроводил демонстрацией радиоприёмника, который впоследствии и был

использован для беспроводной телеграфии – радио.

Прибор состоял из передатчика – «катушки Румкорфа с присоединенным к ней вибратором Герца и приёмника, сконструированного А.С. Поповым, состоявшего из антенны, когерера, реле и приспособления для восстановления чувствительности когерера». Этот приёмник под названием «грозоотметчика» затем использовали для регистрации грозовых разрядов, а в 1900 г. на Международной электротехнической выставке в Париже ему присудили большую золотую медаль и диплом.

Подробное описание прибора и принцип его действия были опубликованы в январском номере журнала РФХО (1896), распространявшегося и за рубежом. На Попова тут же посыпались хвалебные отклики ученых из разных стран. В частности (по данным Е. Карпова, академика Международной академии связи), в 1897 г. английский журнал «The Electrician» писал: «Беспроводный телеграф был описан в 1895 г. и публично показан русским ученым А.С. Поповым»; в 1901 г. американская газета «The North American» утверждала: «Профессор Попов известен как отец беспроводного телеграфа и является изобретателем первого практического прибора в том виде, в каком применяется сейчас»; на международной конференции в Берлине (1903) заявили: «В 1895 г. А.С. Попов устроил первый аппарат искровой телеграфии» и рекомендовали к применению термины «радиотелеграфия», «радио», «изобретение радио», «изобретатель радио», увязав их с именем Попова.

Как предприниматель, Маркони, несомненно, сделал огромный вклад в развитие радиосвязи, но из сравнения его схемы со схемой русского ученого следовало, что он отстал от Попова на 2 года, так же как на 3–4 года отстал от него и в создании радиопромышленности. Опередил наш ученый и Н. Теслу.

В первых опытах по радиосвязи в физическом кабинете и в саду минного офицерского класса приёмник обнаруживал излучение радиосигналов от передатчика на расстоянии 60 м. Через 4 месяца Попов присоединил к приёмнику телеграфный аппарат и получил телеграфную запись принимаемых радиосигналов.

Опыты радиосвязи, как имевшие военное значение, не афишировались до тех пор, пока в печати не появилось сообщение о патенте Маркони, в котором тот применил приёмник по схеме Попова. Александр Степанович вынужден был выступить со специальными заявлениями о своем приоритете в отечественной и зарубежной печати. На заседании РФХО в марте

1896 г. ученый передал на расстояние 250 м радиограмму «Генрих Герц». А еще через год дальность беспроволочной связи была увеличена до 5 км.

Надо отметить, что все опыты с электромагнитными волнами Попов производил «на свой счет». Специальных ассигнований не было. Приборы приходилось изготавливать самому. Собственно, это лейтмотив отечественного изобретательства всех времен. Все великие открытия в России совершаются, как правило, бескорыстно.

Во время опытов по радиосвязи на военных кораблях Балтийского флота (1897) Попов установил, что электромагнитные волны отражаются от кораблей. Ученый тут же нашел применение этому явлению и заложил основы радиолокации и радионавигации. В 1900 г. дальность радиосвязь составляла уже 50 км, и Морское министерство ввело беспроволочный телеграф на судах флота.

Тогда же первая в мире линия беспроволочной связи обслуживала спасательную экспедицию по снятию с мели броненосца «Генерал-адмирал Апраксин», севшего на камни, и помогла спасти 27 финских рыбаков, унесенных на льдине.

Заслуги Попова были высоко оценены государством и научно-общественными организациями. Ученый получил чин статского советника, был награжден несколькими орденами и серебряной медалью в память царствования Александра III на ленте ордена Александра Невского, всевозможными премиями.

Петербургский электротехнический институт присудил Попову звание почетного инженера-электрика и пригласил его возглавить кафедру физики. В 1905 г. Александр Степанович почти единогласно был избран первым выборным директором этого института.

В начале 1906 г. Попова избрали председателем физического отделения РФХО, но через несколько дней, 13 января, 46-летний ученый скончался от кровоизлияния в мозг.

После смерти Попова на Западе скоренько «забыли» о его открытии. Хорошо, что РФХО вовремя затеяло переписку с иностранными учеными и установило, что «А.С. Попов по справедливости должен быть признан изобретателем телеграфа без проводов при помощи электрических волн».

# ЭЛЕКТРОННОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ РОЗИНГА

*Физик-теоретик, инженер, изобретатель, педагог, лектор, популяризатор науки, общественный деятель; профессор Петербургского технологического института, Константиновского артиллерийского училища, Петербургских женских политехнических курсов (Петроградского женского политехнического института), Архангельского лесотехнического института; основатель Северо-Кавказского политехнического института; старший научный сотрудник Ленинградской экспериментальной электротехнической лаборатории; организатор и председатель Екатеринодарского физико-математического общества; союзный эксперт по вопросам телевидения в Комитете по делам изобретений; обладатель золотой медали Русского технического общества (РТО); лауреат Премии им. К.Г. Сименса РТО, Борис Львович Розинг (1869–1933) разработал основной принцип устройства и работы современного электронного телевидения.*

В конце XIX – начале XX в. одержимость многих ученых и инженеров идеей передачи звука и изображения на расстояние привела к созданию практически одновременно в нескольких странах радио и телевидения. Все это вызвало не стихающую до сих пор «борьбу приоритетов». По крайней мере пять стран оспаривают свое первенство в изобретении телевидения: США, Англия, Германия, Япония и Россия. Но как раз именно в этой области науки и техники приоритет нашей страны неоспорим, поскольку он застолблен не только российскими, но и международными патентами.

Б.Л. Розинг являл собой приятное исключение из череды русских ученых, отдавших свои открытия и изобретения в чужие руки, часто дельцам от науки. Борис Львович, выдвинувший свою идею «электронной (катодной) телескопии» с использованием электронно-лучевой трубки для воспроизведения изображений и претворивший ее в жизнь, не тянул с подачей заявок, запатентовал свое детище – «Способ электрической передачи изображения» – в России, Германии, Англии и США и до конца своих дней оставался одним из немногих поборников не механического, а электронного – сегодняшнего – ТВ. Но обо всем по порядку.

ТВ возникло не спонтанно. Его появлению предшествовали новейшие открытия в физике – катодных лучей (Ю. Плюккер,

1859), фотоэффекта в селене (У. Смит, 1873), законов внешнего фотоэффекта (А.Г. Столетов, 1888–1890), радио (А.С. Попов, 1895).

Создание П. Нипковым сканирующего диска, существенно упрощавшего процесс кодирования и декодирования изображения, передаваемого по телеграфу, подтолкнуло исследователей к развитию механического ТВ. Оптико-механические системы базировались на механических коммутаторах для развертки (разложения) изображения на элементы и на селеновом фотосопротивлении, служившем светоэлектрическим преобразователем. И хотя из-за невысокой скорости срабатывания коммутаторов механическое ТВ имело низкую четкость, оно появилось во второй половине 1920-х гг. в Англии (Дж. Бэрд), в США (Ч. Дженкинсон) и в СССР (И.А. Адамян, Л.С. Термен), но затем уступило место электронному.

*Памятник на могиле Б.Л. Розинга в Архангельске*

Почву для создания электронного ТВ подготовило изобретение телефотографа (П.И. Бахметьев, 1870-е гг.), электронной трубки (У. Крукс, 1879) и катодной трубки (К.Ф. Браун, 1895), а также описание катодных лучей как потока электронов, испускаемых нагреваемым катодом электронной лампы, заполненной газом под низким давлением (Дж. Дж. Томсон, 1897).

В своих исследованиях, начатых в 1897 г. и большей частью

проводимых за свой счет, Розинг использовал осциллографическую трубку Брауна. Обратив внимание на вариации электронного луча на экране трубки, ученый решил использовать этот луч в качестве коммутатора элементов изображения. В своих опытах физик избавился от механической развертки изображения лишь наполовину – оставил ее для передачи изображения, а для приема применил электронную.

Использовав осциллографическую газонаполненную трубку с холодным катодом и флуоресцирующим экраном в приемном устройстве, Розинг изменением яркости элементов передаваемого изображения смог воздействовать на интенсивность потока электронов, падающего на экран. Заменив в передающем устройстве высокоинерционное селеновое фотосопротивление щелочным фотоэлементом с внешним фотоэффектом, ученый нашел способ безынерционного преобразования передаваемого изображения в электрические сигналы.

Разработав за 10 лет все основные элементы современных черно-белых телевизионных трубок (кинескопов), Розинг в 1910 г. сделал в РТО публичный доклад «Об электрической телескопии и одном возможном способе ее выполнения», в котором заявил, что телевидение можно создать только на основе безынерционных электронных приборов при помощи электронного пучка.

9 мая 1911 г. ученый продемонстрировал точное (неподвижное) изображение на экране своего телевизора – решетку, состоящую из четырех белых полос на черном фоне, помещенную перед объективом передатчика. Первая в мире телевизионная передача стала одним из самых впечатляющих событий начала XX в. в мире науки.

РТО отметило выдающиеся заслуги Розинга в области электрической телескопии, наградив его в 1912 г. золотой медалью и Премией им. почетного члена РТО К.Ф. Сименса.

Продолжив свои исследования, Розинг с целью совершенствования телевизионной системы стал использовать вакуумную трубку с накаливаемым катодом и магнитной фокусировкой электронного пучка, добился лучшей «фокусировки электронного пучка продольным магнитным полем и вывел расчетную формулу, связывающую фокусное расстояние “магнитной линзы” с числом ампер-витков катушки».

В 1920-е гг. Розинг усовершенствовал передающее и приемное устройства, разработал ряд конструкций электронно-лучевой трубки, предложил новые способы модуляции электронного пучка. В это время в США, Англии и СССР были проведены опыты по передаче движущихся изображений по радио при помощи оптико-механических систем, а затем начались

телевизионные передачи с применением таких систем. Не возражая против временного «механического этапа» развития ТВ, Розинг видел его перспективы лишь в электронных системах. Время подтвердило прогнозы ученого.

Первое движущееся изображение на экране телевизионного приемника – телефота (полностью электронной системы ТВ), запатентованного в 1925 г. изобретателями Б. Грабовским, Н. Пискуновым и В. Поповым у нас и за рубежом, появилось в 1928 г. Его продемонстрировали в Ташкенте Б. Грабовский и И.Ф. Белянский. Специалисты эту демонстрацию считают рождением современного ТВ.

Документы, связанные с созданием телефота, и дневник Грабовского были утеряны или похищены, каким-то образом попали в США и затем в деталях были отражены в романе М. Уилсона «Брат мой, враг мой», по праву считающегося одним из лучших литературных произведений о физиках-экспериментаторах и, в частности, о создателях телевидения. Скрупулезно воспроизведя все технические подробности изобретения, писатель «отцами» современного телевидения сделал не русских ученых, а американцев.

# РАДИОСВЯЗЬ КОТЕЛЬНИКОВА

*Радиоинженер, радиофизик, радиотехник, математик, криптограф, специалист в области информатики, педагог, общественный и государственный деятель; профессор, заведующий кафедрами МЭИ и МФТИ; родоначальник научной школы радиофизики и радиотехники; директор и главный конструктор ОКБ МЭИ; академик, первый вице-президент АН СССР, член 15 международных и зарубежных академий; директор Института радиотехники и электроники АН СССР; председатель Совета «Интеркосмос»; главный редактор журналов «Радиотехника и электроника» и «Вестник Академии наук СССР»; председатель Верховного Совета РСФСР; кавалер ордена Почета, 6 орденов Ленина, двух орденов Трудового Красного Знамени, орденов «Знак Почета» и «За заслуги перед Отечеством» I и II степени; обладатель золотых медалей – им. А.С. Попова, им. М.В. Ломоносова, им. М.В. Келдыша, им. А.Г. Белла и др.; лауреат Ленинской, двух Сталинских и других премий; дважды Герой Социалистического Труда, Владимир Александрович Котельников (1908–2005) является одним из основоположников радиофизики, радиотехники, радиоэлектроники, радиоастрономии, информатики и отечественной криптографии.*

Одной из самых уважаемых в научном мире организаций является организованный в 1884 г. Институт инженеров по электротехнике и электронике (IEEE), объединяющий ныне свыше 400 тыс. специалистов из 170 стран. Институт издает треть мировой технической литературы по радиоэлектронике, электротехнике, компьютерам, системам управления, лидирует в области разработки стандартов. Высшая награда IEEE – Золотая медаль им. А.Г. Белла – вручается ежегодно (с 1976 г.) за выдающиеся фундаментальные исследования и прикладные разработки в области коммуникаций. Из русских ученых медаль была присуждена лишь одному – академику В.А. Котельникову в 2000 г. «за фундаментальный вклад в теорию сигналов». Ее вручение сопровождалось панегириком президента IEEE Б. Айзенштайна: «Академик Котельников – выдающийся герой современности. Его заслуги признаются во всем мире. Перед нами гигант радиоинженерной мысли, который внес самый существенный вклад в развитие радиосвязи».

*Бюст В.А. Котельникова в Казани*

Награда подытожила 78-летнюю творческую деятельность ученого в области радиосвязи, которую Владимир Александрович считал главной наукой XX в. «Радио, уверен, повлияло на жизнь значительно сильнее, чем авиация. С радио начались электроника, телевидение, вся информатика и компьютеры. Ничего важнее радио в технике за последние 100 лет не возникало».

Основные труды Котельникова, посвященные проблемам совершенствования методов радиоприема, изучению радиопомех и разработке методов борьбы с ними, разделяются на три этапа:

открытие теоремы отсчетов, носящей имя автора;

основание теории потенциальной помехоустойчивости;

разработка планетарных радиолокаторов и проведение с их помощью широкомасштабных астрономических исследований.

Статья Котельникова «О пропускной способности эфира и проволоки в электросвязи», опубликованная в 1933 г. в одном из научных сборников (журнал «Электричество» отверг ее как непонятную!), в которой аспирант МЭИ сформулировал и доказал одну из ключевых теорем будущей теории информации, на 15 лет опередила аналогичные труды американского ученого К. Шеннона – «отца» этой теории.

Теорема отсчетов (или выборок), математически определяя максимальную скорость передачи информации, стала стержнем теории информации, радиофизики, оптики, теории цифровых систем передачи сообщений, управления, кодирования и обработки информации – сродни законам Ньютона в механике. На ней построен принцип действия ЭВМ и ТВ.

В конце 1930-х гг. Котельников создал лучшую в мире многоканальную буквопечатающую установку для работы по радио и первую многоканальную телефонно-телеграфную аппаратуру радиосвязи, использующую одну боковую полосу частот, установленную на линии Москва – Хабаровск.

В 1999 г. Международный научный фонд Э. Райна (Германия) наградил Котельникова своей основной премией «за впервые математически точно сформулированную и доказанную, в аспекте коммуникационных технологий, теорему отсчетов», чем официально подтвердил приоритет русского ученого в создании цифровых технологий в передаче данных. Так что за компакт-диски все мы должны быть благодарны Владимиру Александровичу.

Крупнейшим учением Котельникова, заложившим основы современной статистической радиофизики, стала теория потенциальной помехоустойчивости, созданная в конце 1940-х гг. Удивительно, что эта работа, опередившая свое время как минимум на 10 лет, поначалу была не понята коллегами! «По теме этой диссертации автор смог опубликовать только одну короткую статью, содержавшую квинтэссенцию своей теории. После этого В.А. Котельников сразу приобрел мировую известность».

Теория решила сразу множество проблем: дала методы борьбы с помехами в системах радиосвязи; методы приема слабых сигналов; определила предельные возможности приема сигналов при наличии шумов; раскрыла природу физических ограничений на чувствительность приемных устройств. Она нашла самое широкое применение благодаря тому, что определяет качество любых каналов связи – от радиорелейных станций до

спутниковых линий связи и сотовых радиотелефонов.

Участвуя в работах по ракетно-космической программе страны, Котельников со своим коллективом создал первую в мире систему контроля траектории ракет и уникальную систему телеметрии, чем фактически сформировал новое направление в освоении космоса – планетную радиолокацию. Были созданы новые планетарные радиолокаторы и с их помощью определено значение астрономической единицы – среднего расстояния Земли от Солнца – 149 598 100 ± 750 км. (За последующие 50 лет это значение уточнено не было.) После уточнения размеров Солнечной системы (до стомиллионной доли от измеряемого расстояния) и создания новой теории движения внутренних планет были рассчитаны траектории полета космических аппаратов – вывод на орбиту планеты, мягкая посадка.

В результате уникальных космических экспедиций были получены радиолокационные изображения Венеры, Меркурия, Марса, Юпитера; был выпущен первый в истории науки Атлас поверхности планеты Венера. За эти работы В.А. Котельникова и его сотрудников в 1964 г. удостоили Ленинской премией.

Еще одной сверхсекретной работой, из которой, собственно, и родилась теория помехоустойчивости, стала созданная Котельниковым отечественная криптография.

С этой теорией Котельников подоспел к самому началу Великой Отечественной войны – «Основные положения автоматической шифровки» были представлены правительству 19 июня 1941 г. В отчете впервые были сформулированы критерии недешифруемой системы и даны математические доказательства невозможности ее несанкционированной дешифровки. Ученым была предложена самая совершенная на то время система защиты радиотелефонии – система шифрования мозаичного типа.

С началом войны Котельникову поручили сделать аппаратуру для секретной правительственной связи. В 1942 г. оборудование для секретной КВ-радиотелефонии под индексом «Соболь II», не имевшее аналогов в мире, стало использоваться в действующей армии в переговорах со Ставкой Верховного главнокомандования. Дешифровать закрытую радиосвязь было невозможно.

Вклад котельниковской криптографии в нашу Победу, начиная со Сталинграда и Курской дуги и заканчивая временем принятия капитуляции Германии для связи с Москвой, трудно переоценить. «За одного шифровальщика, способного взломать систему засекречивания передаваемой информации, созданную Котельниковым, Гитлер готов был отдать три отборные дивизии», а Сталин дважды наградил ученого за разработку «Соболя II»

Сталинской премией I степени в 1943 и 1946 гг.

# Авиация

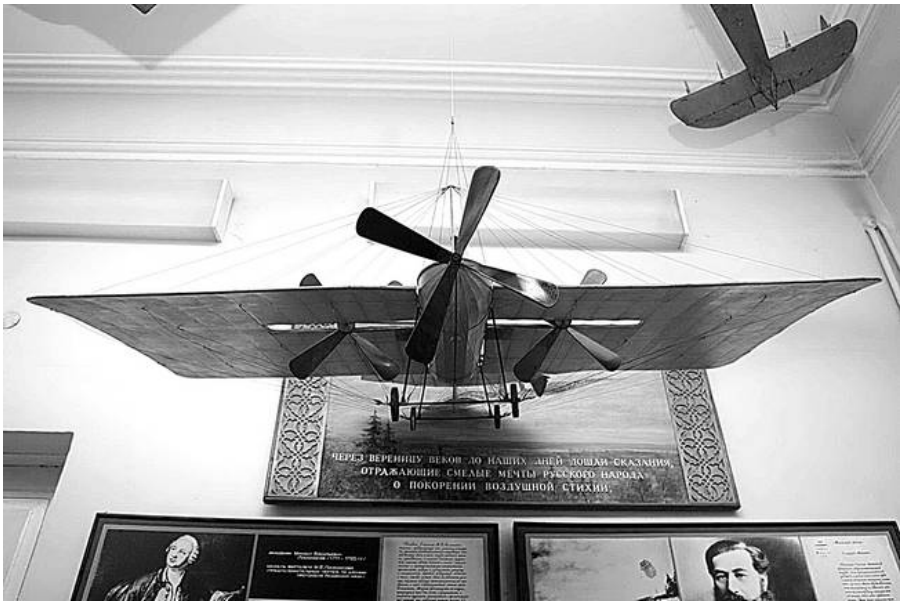
# САМОЛЕТ МОЖАЙСКОГО

*Моряк, ученый, конструктор, по чертежам которого в Стране восходящего солнца в середине XIX в. было построено первое японское килевое судно, контр-адмирал в отставке, Александр Федорович Можайский (1825–1890) стал изобретателем первого в истории человечества летательного аппарата тяжелее воздуха, названного им «Жар-Птица». Летные испытания аэроплана с человеком на борту были осуществлены 20 июля 1882 г., за 21 год до полетов братьев Райт (США), которым во многих странах мира отдана пальма первенства в этом вопросе.*

Сразу же расставим точки над «і». Братья Райт не были первыми, кто построил и совершил полет на самолете, они первыми управляли полетом в воздухе.

Изобретателем, создавшим аэроплан со всеми его основными частями (крылом, корпусом, взлетно-посадочным устройством, хвостовым оперением, подвижными рулями крена и поворота, шасси), стал русский морской офицер Александр Федорович Можайский. Дело в том, что самолет братьев Райт не имел корпуса, взлетно-посадочного устройства и рулевого управления. Взлетал самолет с помощью катапульты, а управлялся только хвостовым оперением. И – что еще немаловажно – в отличие от самолета Можайского, имевшего два толкающих и один главный тянущий винт, расположенный спереди, аэроплан братьев Райт имел только два толкающих винта, расположенные сзади крыльев. Сегодня практически все винтомоторные самолеты имеют именно тянущие винты. Говорят еще, что чертежи Можайского были украдены и ими воспользовались американцы, но не станем углубляться в этот вопрос.

Воздухоплавание издавна привлекало людей. Крылья, крылатые сандалии, ковры-самолеты – непременный атрибут многих мифов, легенд, сказаний. Не отставали от сказочных персонажей, владевших средствами передвижения по воздуху, деятели науки и техники, в том числе и русские.


ЧЕРЕЗ ВЕРЕНИЦУ ВЕКОВ ДО НАШИХ ДНЕЙ ДОШЛИ СКАЗАНИЯ,
ОТРАЖАЮЩИЕ СМЕЛЫЕ МЕЧТЫ РУССКОГО НАРОДА
О ПОКОРЕНИИ ВОЗДУШНОЙ СТИХИИ.

*Модель самолета А.Ф. Можайского в Центральном доме авиации и космонавтики*

М.В. Ломоносов в 1754 г. построил модель аэродромической машины, работавшей по принципу вертолета с соосными винтами. Спустя 100 лет предложил создать самолет с неподвижными крыльями и паровым двигателем адмирал Н.М. Соковнин, изобретатель жесткого дирижабля. Гениальный артиллерийский офицер Н.А. Телешов создал проект самолета на 120 мест с крылом треугольной формы и воздушно-реактивным двигателем к нему – «Система воздухоплавания» и проект «Дельта» с воздушно-реактивным пульсирующим двигателем – «теплородным духометом», ставшим прототипом современных реактивных двигателей. Известно также о проектах летательных аппаратов русских ученых А.Н. Лодыгина (электролет, цикложир), С.С. Микунина (самолет, орнитоптер), многих других изобретателей. Все замыслы оказались невоплощенными – либо по причине научной и технической невозможности реализовать авторскую идею, либо по нежеланию чиновников и властей вникать в эти «эфирные прожекты» и выделять на них необходимые средства.

Зарубежные изобретатели (Д. Кейли, У. Хенсон, Д. Стрингфеллоу, Ф. дю Тампль, А. Пено и др.), продвинувшись в изучении летающих моделей, в вопросах устойчивости и в разработке компоновок самолета, также были далеки от реализации своих проектов.

К тому же в 1870–1880 гг. еще не было аэродинамики Жуковского, газодинамики Чаплыгина, легких и прочных

конструктивных материалов, винтов нужного профиля, мощных легких двигателей. Как и не было механиков-авиаторов, имеющих хотя бы один час «налёта» и умеющих управлять аэропланом в полете.

В результате до 1890 г. в мире не было построено и испытано ни одного летательного аппарата тяжелее воздуха в натуральную величину, кроме самолета Можайского.

К своему детищу Можайский шел четверть века. Еще в 1856 г. лейтенант, заинтересовавшись полетом птиц, исследовал их крылья и определял удельные нагрузки на них. Многие годы он занимался аэродинамическими исследованиями винтов и воздушных змеев, устанавливал основные аэродинамические характеристики металлических пластинок и моделей крыльев птиц. Несколько раз сам с риском для жизни поднимался в воздух на построенном им воздушном змее.

Перейдя от воздушных змеев к летающим моделям, инженер несколько раз благополучно демонстрировал их полеты. Ободренный успехом, Можайский в 1876 г. обратился в Военное министерство с ходатайством о выделении ему средств (около 19 000 рублей) для дальнейших опытов. Особая комиссия министерства одобрила проект, но отпустила изобретателю только 3000 рублей.

В своих экспериментах Можайский нашел оптимальную форму винтов и модели самолета, установил зависимость между подъемной силой и лобовым сопротивлением при различных углах атаки, изучил влияние неведомых тогда никому «маленьких площадей на задней части крыльев на повороты аппарата». Так наш первый авиационный конструктор впервые (за 31 год до француза Фармана, якобы изобретшего их) обратил внимание на органы управления – элероны, без которых немыслимы поперечная устойчивость и управляемость самолета. (К слову сказать, братья Райт не имели об элеронах никакого представления.)

Можайский явился первооткрывателем характеристических углов атаки, знание которых предшествует аэродинамическому расчету самолета; сформулировал (за 11 лет до опубликования подобных работ Э.Ж. Марея и О. Лилиенталя и за 27 лет до математического обоснования возникновения подъемной силы Н.Е. Жуковским) один из важнейших законов аэродинамики: «Для возможности парения в воздухе существует некоторое отношение между тяжестью, скоростью и величиной площади или плоскости, и несомненно то, что чем больше скорость движения, тем большую тяжесть может нести та же площадь»; нашел формулы для расчета подъемной силы и силы сопротивления самолета.

Конструктор подробно описал технику взлета своего самолета и предусмотрел установку на нем аэронавигационного оборудования: компаса, измерителя скорости, барометра-высотомера, двух термометров, трех кренометров и прицела для производства бомбометания.

Через два года Александр Федорович уже готов был приступить к созданию полномасштабного аппарата, способного поднять человека. Поданная военному министру докладная записка с чертежами и расчетами на сей раз была отклонена комиссией, посоветовавшей изобретателю переключиться на другую модель – с машущими крыльями (орнитоптер).

Однако Можайский не пожелал отступать. Он добился заграничной командировки и ассигнования 2500 рублей, заказал в Англии два паровых двигателя в 20 и 10 л. с. и в 1881 г. получил привилегию на свой «Воздухолетательный снаряд». После этого инженер подал министру новую докладную записку с ходатайством об отпуске ему 5000 рублей на постройку самолета. На этот раз просьба была отклонена Александром III.

Делать было нечего, Александр Федорович продал все, что мог продать, и на вырученные деньги начал постройку отдельных частей самолета на Балтийском заводе. Сборку «прибора» капитан I ранга осуществлял в Красном Селе на военном поле, где военное ведомство отвело ему участок.

Далее дадим слово очевидцу строительства первого самолета Н.Н. Мясоедову:

«Моноплан представлял собой лодку с деревянными ребрами, обтянутыми материей. К бортам лодки прикреплены были прямоугольные крылья, слегка выгнутые, выпуклостью вверх. Все обтянуто тонкой шелковой желтой материей, пропитанной лаком. Переплеты крыльев деревянные (сосновые). Все эти бруски выделаны в виде углового железа. Аппарат стоял на подставках с колесами. Крылья приходились приблизительно на сажень (с небольшим) от земли. В лодке две мачты. Крылья удерживались проволочными веревками, натянутыми к мачтам и к подставкам. Двигателей два, расположены в передней части лодки: больший немного выдвинут от середины лодки, меньший еще ближе к носу. Устройство этих двигателей и составляло секрет г. Можайского. Винтов было три, о четырех лопастях каждый, два в прорезах крыльев, против большего двигателя, третий на носу лодки, на валу от меньшего двигателя. Рамки винтов деревянные, обшитые тонкими дощечками. Шов проволочный. Винты покрыты серым лаком. Рулей два – вертикальный и горизонтальный, прикреплены к корме и приводились в движение проволочными канатами и лебедками, помещенными около кормы. Работы шли

очень медленно по случаю безденежья, чего г. Можайский и не скрывал. Никто и не интересовался его работами, и помощи ниоткуда не было».

Тем не менее Можайский закончил сборку самолета. 20 июля 1882 г. в присутствии немногочисленных представителей военного ведомства и Русского технического общества самолет отделился от земли, но после взлета накренился на бок и поломал крыло. Все сообщения той поры однотипны: «Так произошло событие большого исторического значения – самолет с человеком на борту впервые в мире совершил взлет. Подробности этого события, как и фамилия испытателя, к сожалению, неизвестны».

Повреждения самолета были невелики. Можайский несколько раз обращался в Военное министерство с ходатайством о денежной поддержке, но ему всякий раз отказывали.

Александр Федорович продолжал опыты, на свои ничтожные средства заказал новые, более мощные двигатели, но, увы, не успел довести свое детище до ума. До последних дней офицер не терял надежды, что Отчизне понадобится самолет как самое мощное военное оружие.

После кончины изобретателя самолет его оказался заброшенным. Через несколько лет аэроплан перевезли в имение Можайских и там разобрали.

О русском ученом и изобретателе вспомнили только через 20 лет, когда в мире начался авиационный бум и конструкторы взяли за основу фюзеляжный тип самолета Можайского.

# АЭРОДИНАМИКА И ТЕОРИЯ АВИАЦИИ ЖУКОВСКОГО

*Математик, механик, популяризатор науки, основатель научной школы, профессор Московского университета и Императорского технического училища (МВТУ), член-корреспондент Императорской и Российской АН, один из создателей Аэродинамического института, организатор и первый руководитель Центрального аэрогидродинамического института (ЦАГИ), Николай Егорович Жуковский (1847–1921) прославился своими исследованиями по математике и механике твердого тела, прикладной и небесной механике, гидродинамике и гидравлике, теории упругости и теории горения… Знаменитым во всем мире ученый стал благодаря своим основополагающим трудам по аэродинамике и теории авиации.*

В научном наследии Жуковского, насчитывающем 194 работы по самым разным направлениям – от сантехнического до астрономического, исследования по аэромеханике и теории авиации стоят особняком – и по важности, и по времени их создания. Николай Егорович занялся ими буквально «на пенсии», после 25 лет служебной деятельности, когда по тогдашним правилам должна была следовать отставка. Однако у Жуковского были такие огромные заслуги перед наукой и Отечеством, что ему высочайше разрешили 5 лет не оставлять службу с сохранением жалованья. Затем разрешение продлевали еще несколько раз. «Сантехнические» исследования упомянуты без всякой иронии. Дело в том, что они принесли Жуковскому широкую известность. Они же послужили и отправным пунктом его занятий вопросами авиации в опытно-теоретическом аспекте. Эта работа наглядно проиллюстрировала плодотворность инженерного подхода математика к самым насущным вопросам нашего бытия.

*Памятник Н.Е. Жуковскому в Москве. Скульптор Г.В. Нерода*

Занявшись нахождением причин многочисленных разрывов магистральных труб московского водопровода, Жуковский опытным путем выявил физическую сущность открытого им явления гидравлического удара (скачкообразного повышения давления при слишком быстром закрытии задвижки) и, составив уравнения, описывающие это явление, и решив их, предложил способ избежать ударной волны и предохранить водопровод от повреждений.

Работа «О гидравлическом ударе в водопроводных трубах» (1899) была переведена на Западе и стала руководством всех коммунальных служб. Любой диспетчер мог, не дожидаясь выхода воды на мостовую, рассчитать время, необходимое для безопасного закрытия труб, и определить место разрыва. Жуковскому эти исследования позволили создать еще и теорию гидравлического тарана – водоподъемного устройства, в котором вода подается пульсацией давления, вызываемого периодическими гидравлическими ударами. Всего по гидромеханике и гидравлике ученый написал 46 работ.

Но перейдем к аэродинамике и к теории авиации. Эта область человеческого знания впервые и наиболее полно была описана именно Жуковским и его учениками, потому, заявляя о ней как о великом научном достижении России, мы неизбежно говорим о Жуковском как ее творце. Собственно, в работах русского механика были развиты все основные идеи, на которых

строится современная авиационная наука, а все его научные достижения стали достижениями воздухоплавания вообще.

У Николая Егоровича началось все со статей «К теории летания» (1890) и «О парении птиц» (1891), в которых ученый впервые рассмотрел режимы планирующего полета (парения), в том числе и «мертвую петлю», осуществленную в 1913 г. летчиком П.Н. Нестеровым, а также заложил основание для исследований т. н. фугоидальных движений самолета.

Чтобы взлететь на аппарате «тяжелее воздуха», надо было определить подъемную силу крыла. Многочисленные эксперименты ученых не решали этой проблемы. Жуковский прежде установил физическую картину появления подъемной силы, а затем уже рассчитал ее. В работах «О присоединенных вихрях» (1906) и «Падение в воздухе легких продолговатых тел, вращающихся около своей продольной оси» (1906) ученый установил, что подъемная сила возникает в результате различия скоростей обтекания крыла потоком воздуха сверху крыла и снизу. Основываясь на этом, он доказал теорему, позволяющую вычислить величину подъемной силы по соответствующей формуле. Правильность теоремы была подтверждена экспериментами с вращающимися в потоке воздуха продолговатыми пластинками, поставленными тогда же в аэродинамической лаборатории. Теорема о подъемной силе крыла аэроплана и формула стали основой для всех аэродинамических расчетов самолетов.

Жуковский также обогатил теоретическую аэродинамику теорией крыла, гипотезой Жуковского – Чаплыгина об определении циркуляции для заданного профиля крыла, методом округления Жуковского, расчетами влияния толщины и изогнутости профиля на величину его подъемной силы и т. д. Пригодилась для исследования устойчивости аэропланов в воздухе и докторская диссертация Жуковского «О прочности движения», написанная еще в 1879 г. Теоретические профили, открытые Жуковским, назвали по его имени – «профилями НЕЖ», «обобщенными профилями НЕЖ» и «рулями НЕЖ».

Блестящие работы Жуковского по вихревой теории гребного и воздушного винта – пропеллера (названной его коллегами «совершенной») – были тотчас приняты на вооружение конструкторами судов и летательных аппаратов. Предложенная ученым наивыгоднейшая геометрическая форма лопасти винта также получила название «винта НЕЖ». На основе этой теории проектируются и строятся пропеллеры современных самолетов.

Жуковский был основателем экспериментальной аэродинамики в России. В 1902 г. при механическом кабинете

Московского университета он вместе с большой группой учеников построил первую в России и вторую в мире аэродинамическую трубу, в которой был установлен спроектированный Жуковским прибор для испытания пропеллеров и проводились многочисленные испытания. Большая часть учеников профессора – С.А. Чаплыгин, А.И. Некрасов, В.П. Ветчинкин, А.Н. Туполев и др. – стали потом видными учеными. Они все любили учителя за удивительное сочетание грандиозности его таланта с человеческой мягкостью. По воспоминаниям, Николай Егорович «был очень добродушным экзаменатором. Ставил удовлетворительные оценки, сам ответив на экзаменационный вопрос». В те же годы Жуковский участвовал в создании первого в Европе аэродинамического института в поселке Кучино под Москвой, в котором затем плодотворно занимался исследованием воздушных винтов и разработкой методики математического расчета летательного аппарата.

«Теоретические основы воздухоплавания», прочитанные Жуковским в МВТУ в 1910 г., «впервые в мировой литературе содержали систематическое изложение теории подъемной силы крыла, основанной на учете циркуляции скорости».

В годы Первой мировой войны в аэродинамической лаборатории и в расчетно-испытательном бюро при МВТУ профессор с учениками разрабатывал методы аэродинамического расчета самолетных конструкций и расчета на прочность, занимался теорией бомбометания.

В 1918 г. ученый возглавил вновь учрежденный Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ), в котором продолжил свои исследования по вопросам прочности самолета. Из нескольких опубликованных работ этапной стала «Исследование устойчивости конструкции аэропланов».

Кончина Жуковского в 1920 г. не прервала работ по развитию аэродинамической теории и теории авиации. Идеи Н.Е. Жуковского нашли дальнейшее развитие в работах его многочисленных учеников и последователей. Недаром за Николаем Егоровичем закрепилось звание «отец русской авиации» (В.И. Ленин).

# ГАЗОДИНАМИКА ЧАПЛЫГИНА

*Физик, механик, математик; профессор Технического училища (ныне МГТУ им. Н.Э. Баумана), Московских высших женских курсов и Московского университета; академик, председатель группы техники, председатель Комиссии по гидромеханике и аэродинамике АН СССР; организатор и директор (ректор) Московских высших женских курсов (2-го МГУ); создатель (совместно с Н.Е. Жуковским) Центрального аэрогидродинамического института (ЦАГИ) и его филиала в Новосибирске; председатель коллегии и проблемной комиссии ЦАГИ по газовой динамике; главный научный руководитель, директор-начальник ЦАГИ; президент Московского механического общества; руководитель Управления домами ученых; кавалер двух орденов Ленина, двух орденов Трудового Красного Знамени, Большой золотой медали Петербургской АН, лауреат Премии им. Н.Е. Жуковского; заслуженный деятель науки и техники РСФСР; первый в стране Герой Социалистического Труда, Сергей Алексеевич Чаплыгин (1869–1942) является основоположником (вместе с Н.Е. Жуковским) теории крыла, а также автором работ, связанных с механизацией крыла, родоначальником науки о профилях, теории обтекания решеток циркуляционным потоком, новой отрасли механики – газовой динамики.*

До Первой мировой войны самолетостроением занимался кто угодно: от гимназистов до академиков. Авиация развивалась на ощупь, аэропланы летали, как получится, черепашьим ходом. Число упавших на землю самолетов часто равнялось числу взлетевших в небо. Хорошо, что число это было сравнительно небольшим. Конструкторами двигала интуиция, авиаторами – любовь к риску. Как правило, конструктор и пилот совмещались в одном лице. Никаких расчетов, проектов, экспериментов, аэродинамических труб не было и в помине. Слова «подъемная сила» воспринимались как заклинание либо как сила небесная. И вот в этих почти пещерных (для авиации) условиях в 1902 г., когда самолет Можайского был полузабыт, а до первых полетов Сикорского было еще 8 лет, механик С.А. Чаплыгин, увлеченный разработкой струйных течений газа при любых дозвуковых скоростях, представил в Московский университет к защите докторскую диссертацию «О газовых струях». Этой работой (написанной во время пребывания в крымском санатории) Сергей Алексеевич упредил всех ученых-аэромехаников как минимум на 30 лет и открыл ею новую область аэродинамики – газовую динамику. Рассмотренные в работе околозвуковые скорости

(331 м/с) даже спустя 10 лет казались фантастическими, так как первые аэропланы летали со скоростью голубя-сизаря (20 м/с). Работа была успешно защищена на физико-математическом факультете университета, и Чаплыгин получил профессорскую степень. Диссертацию тогда мало кто понял даже из маститых ученых. Какое-то время она была практически не востребована. (Справедливости ради стоит сказать, что и сам Чаплыгин не стал развивать свои идеи ввиду их малой перспективности в те годы.)

*С.А. Чаплыгин*

Когда же в начале 1930-х гг. понадобилось предугадать поведение крыла самолета при околозвуковых скоростях, многие западные математики с удивлением обнаружили, что все это уже было давно предсказано на Востоке – еще в царской России Сергеем Алексеевичем Чаплыгиным, причем в удивительно красивой по математическим меркам, афористичной работе. К слову сказать, и сегодня, открывая многие другие работы русского ученого, можно найти понятия и идеи, которые понадобятся только в будущем.

Метод Чаплыгина был подхвачен и растиражирован во всех авиационных проектах, а в КБ стал настольным справочником. Не было ни одной работы без ссылки на труд русского ученого, ставший фундаментом всех расчетов самолетов, осваивающих большие дозвуковые скорости.

В 1935 г. в Риме под эгидой Итальянской АН проходил Научный конгресс им. Вольта. Рассматривая вопросы скоростной авиации, столпы мировой аэродинамики Л. Прандтль, Дж. И. Тейлор, Т. Карман, А. Буземан ссылались на диссертацию Чаплыгина, недавно «открытую» ими, как на работу, позволившую решить дотоле не разрешимые задачи.

Суть достижения в следующем. При перемещении тела в потоке воздуха, оно испытывает аэродинамическое сопротивление. При скорости движения меньшей 100 м/с аэродинамическое сопротивление пропорционально квадрату этой скорости; а при возрастании скорости до скорости звука сопротивление увеличивается еще на некоторую величину, зависящую от сжимаемости газа. Этот «довесок» можно получить, решив дифференциальное уравнение, которое предложил Чаплыгин и которое теперь называется его именем.

Само уравнение было получено Чаплыгиным «остроумным приемом» (Н.Е. Жуковский). Предположив, что воздух при дозвуковых скоростях является несжимаемой жидкостью, ученый сначала решил задачу для потока несжимаемой жидкости, а затем по аналогии – для газа. При этом он применил хорошо разработанные методы теории функций комплексного переменного.

Чаплыгин вообще «отличался удивительной способностью выдвигать и разрешать теоретически те задачи, которые еще не были сформулированы авиационной техникой, но оказывались ей необходимыми значительно позднее». Как редко кто другой из ученых, Сергей Алексеевич умел использовать математику для решения технических проблем авиации на 100 %.

Так, во время Первой мировой войны Чаплыгин развил теорию крыла Жуковского и в докладе «О давлении

плоскопараллельного потока на преграждающие тела» (1910) предложил метод определения величины, направления и точки приложения равнодействующей сил давления потока воздуха на крыло. На Западе эти соотношения были получены позднее и названы «формулами Блязиуса».

Развивая теорию крыла до классического вида, Чаплыгин опубликовал две работы по теории решетчатого самолетного крыла, послужившие затем основой теории лопаточных машин, базой для расчета винтов и турбин. Ученый получил парадоксальные результаты: подъемная сила решетчатого крыла была больше, чем обычного со сплошной кромкой («Теория решетчатого крыла», 1914 г.). При этом разрезное крыло отличалось большей устойчивостью в полете. Для предотвращения срыва воздушного потока с крыла и для увеличения подъемной силы (в два и более раза) Чаплыгин предложил устанавливать предкрылки и закрылки, применяемые с тех пор на кромках крыльев всех самолетов. Разрезное крыло Чаплыгина стало основанием всех тормозных приспособлений, закрылков, щитков, предкрылков и других элементов механизированного крыла.

В работе «К общей теории крыла монопланa» Чаплыгин создал науку о профилях и предложил профили с высокими аэродинамическими свойствами и хорошими качествами при больших скоростях полета.

Решив ранее считавшуюся неразрешимой трехмерную задачу о крыле конечного размаха, математик развил теорию индуктивного сопротивления, ставшую позднее основой теории устойчивости и изучения полетных качеств самолета.

Для неустановившегося движения крыла – на взлете и посадке – Чаплыгин впервые получил формулы, без которых также не может обходиться практическая аэродинамика.

И хотя Чаплыгин опередил время многими своими теориями, фортуна была к нему благоприятна. Еще при жизни ученого все его формулы и открытия были востребованы наукой и техникой, стали фундаментом мирового авиастроения, а газовая динамика заняла свое место среди прочих классических наук.

# ТЯЖЕЛАЯ АВИАЦИЯ СИКОРСКОГО

*Русский и американский авиаконструктор, ученый, изобретатель, летчик-испытатель, философ, богослов; национальный герой России; главный инженер военно-морской авиации России, главный конструктор и управляющий воздухоплавательного отделения акционерного общества «Русско-Балтийский вагонный завод»; основатель и глава «Русской фирмы» – «Сикорский Авиэйшн Корпорейшн» и «Сикорский Эйркрафт Корпорейшн», промышленник; почетный доктор и почетный член многих научных и технических обществ Европы и США; член правления Общества русской культуры, глава Толстовского и Пушкинского обществ; кавалер ордена Святого Владимира 4-й степени, почетной медали Императорского Русского технического общества, Большой золотой медали Московской воздухоплавательной выставки 1912 г. и еще 80 различных почетных наград, призов и дипломов, Игорь Иванович Сикорский (1889–1972) является основателем отечественной авиационной промышленности, создателем первого в мире четырехмоторного самолета «Русский витязь» и пассажирского – «Илья Муромец» (Россия), а также трансатлантического гидроплана и серийного вертолета одновинтовой схемы (США).*

Таланта И.И. Сикорского хватило на две страны – Россию и США. Вклад ученого, конструктора и летчика-испытателя в создание и развитие отечественного авиастроения трудно переоценить. В России Сикорский создал два с половиной десятка базовых моделей самолетов, два вертолета, трое аэросаней и один авиадвигатель; в эмиграции – около трех десятков типов самолетов и вертолетов, за что он получил в Штатах звание «вертолетчик № 1».

*И.И. Сикорский*

Остановимся на научно-конструкторских достижениях Сикорского, имеющих непосредственное отношение к России, хотя стоит упомянуть и о том, что косвенным путем авиаконструктор повлиял и «на становление вертолетостроения на своей родине. Успешное применение вертолета Сикорского в Корее, первый трансатлантический перелет заставили советских руководителей обратить внимание на винтокрылую технику» (В.Р. Михеев).

В России Сикорскому выпал не самый большой, но самый яркий отрезок его жизни, в том числе и творческой.

От матери, Марии Стефановны (в девичестве Темрюк-Черкасовой), Игорь узнал о проектах летательных аппаратов Л. да Винчи, а из романа Ж. Верна «Робур-завоеватель» – о гигантском воздушном корабле. Летательные аппараты стали мечтой подростка. От отца, доктора медицины, профессора Киевского

университета им. Святого Владимира Ивана Алексеевича Сикорского, юноша перенял волю и упорство в достижении цели. Эти качества и сделали Игоря Ивановича первым «серийным» авиаконструктором человечества.

Начал свою конструкторскую деятельность двенадцатилетний Игорь с летающей модели вертолета (он тогда назывался геликоптер). Через 8 лет Сикорский собрал два первых в России вертолета, но не смог поднять их в воздух – у двигателей не хватило подъемной силы. Молодой конструктор охладел к винтокрылым созданиям и занялся самолетами.

Первые четыре модели бипланов (БиС-1, С-2, С-3, С-4) были экспериментальными, а вот пятая С-5, поднятая в воздух Сикорским весной 1911 г., стала образцовой. На ней пилот-конструктор установил четыре всероссийских рекорда, совершил показательные полеты, покатал пассажиров и на военных маневрах продемонстрировал превосходство над иностранными самолетами. Русское техническое общество наградило Сикорского Почетной медалью – «за полезные труды по воздухоплаванию и за самостоятельную разработку аэроплана своей системы, давшей прекрасные результаты».

Свои модели ученый совершенствовал в специально построенной аэродинамической лаборатории. На биплане С-6 Сикорский установил в 1914 г. мировой рекорд скорости в полете с двумя пассажирами – 111 км/ч, с пятью – 106 км/ч. В дальнейшем аэропланы Сикорского забрали все главные призы на состязаниях военных самолетов. Вариант этой модели – С-6А – заслужил в 1912 г. Большую золотую медаль Московской воздухоплавательной выставки.

23-летний Сикорский, назначенный главным инженером военно-морской авиации России, участвовал в создании этого рода войск. Одновременно на посту главного конструктора и управляющего «Русско-Балтийского вагонного завода» (РБВЗ) он создал несколько бипланов и монопланов, которые принесли России славу ведущей авиационной державы. (Надо заметить, что в это время Сикорский был «всего лишь» студентом Киевского политехнического института!)

В 1912–1913 гг. благодаря научным трудам и проектам Сикорского, его неустанной деятельности в качестве организатора хозяйства, пилота-испытателя, преподавателя на курсах авиаторов в России появились первые самолеты самого разного предназначения – гидросамолет, учебный, серийный, самолет монококовой конструкции, пилотажный и т. д. Несколько самолетов стали победителями международных конкурсов военных аэропланов. Самолетом-разведчиком С-10 оснастили

морскую авиацию Балтийского флота.

Истинную же славу нашей стране принесли два детища Сикорского – первые в мире четырехмоторные самолеты «Русский витязь» и «Илья Муромец» (оба – 1913). Ученый досконально проработал концепцию воздушного судна «для России» – ее просторов и климата, для прокладывания путей к природным богатствам страны, «зарытым» на Севере и в Сибири, для установления морского пути в Северном Ледовитом океане.

Маститые авиационщики в один голос заявляли, что такая громадина просто не поднимется в воздух. Они ошиблись. Четырехтонный, выполненный из дерева С-9 «Гранд» (после доработки – «Русский витязь») взлетел с экипажем в несколько человек. Причем поломки в конструкции можно было ремонтировать прямо в воздухе!

«Вопреки всем… заключениям заграничных и отечественных специалистов, «Русский витязь"… не только оторвался от земли, но поднявшись на некоторую высоту и описав несколько больших кругов над полем, плавно спустился у своего ангара, при бурном ликовании собравшихся зрителей» (К. Финне).

Император Николай I соблаговолил осмотреть чудо техники, после чего пожаловал конструктору «золотые часы с репетицией».

С «Русского витязя» в России (и в мире) стало развиваться тяжелое самолетостроение (пассажирские авиалайнеры, бомбардировщики, транспортные самолеты).

Следующий гигант – «Илья Муромец» – пошел в серию; его собирали на РБВЗ. Всего было построено 85 самолетов шести типов, в том числе и самый большой в мире гидросамолет.

Эта машина произвела революцию в мировом самолетостроении. Впервые пилотируемая Сикорским, она с грузом 1,8 т пролетела без посадки 700 км со скоростью 120 км/ч.

«Муромец» стал первым в истории авиации пассажирским самолетом, причем весьма комфортабельным. В нем были ресторан, спальные комнаты, ванная, имелись отопление и электроэнергия.

В Первую мировую войну Сикорский из «муромцев» сформировал первое соединение стратегической авиации (из тяжелых бомбардировщиков и дальних разведчиков) – «Эскадру воздушных кораблей». За три года войны на них было сделано свыше 400 боевых полетов.

Постоянно наблюдая свои самолеты в боевых условиях, Сикорский тут же вносил необходимые изменения в их конструкцию. «Муромец» был признан лучшим аэропланом Первой мировой войны. Боевой потолок самолета был выше 2500–3000 м, и зенитные батареи противника не причиняли ему

никакого вреда, а «немецкие истребители предпочитали держаться на почтительном расстоянии от нашего хорошо вооруженного воздушного богатыря».

Тогда же Сикорским были построены легкие истребители, морской разведчик, двухмоторный истребитель-бомбардировщик, штурмовик и др.

«К 28 годам Сикорский уже был национальным героем».

После Октябрьской революции Сикорский эмигрировал, и началась новая страница его жизни. Работы на РБВЗ остановились, самолеты новой конструкции (С-21 – С-27) так и не были достроены.

В Штатах Сикорский основал компанию русских эмигрантов – авиационных инженеров, механиков, рабочих, авиаторов – «Русскую фирму» – «Сикорский Аэроинжениринг Корпорейшн», вокруг которой со временем образовалась русская колония.

Слава Сикорского в Америке была беспрецедентна. Вертолеты президентов имели надпись «Sikorsky» на борту.

Как член правления Общества русской культуры, ученый пропагандировал в Америке достижения русской культуры и науки. До последних дней он оказывал моральную и финансовую поддержку выходцам из России. Отдельной главой творчества Сикорского стали его богословские труды. Несколько его работ («Невидимая встреча», «Эволюция души», «В поисках Высших Реальностей», «Послание молитвы Господней») стали памятниками русской зарубежной богословской мысли.

Слова, сказанные Игорем Ивановичем на чужбине по случаю 950-летия Крещения Руси (1938), неувядаемы и сегодня: «Русский народ должен подумать не о том, как повернуть назад, к тому, что не устояло, видимо, не уберегли, а подумать о том, чтобы из того болота, в котором мы теперь увязли, выбраться на широкую дорогу, чтобы двигаться вперед».

# ЛАЙНЕР, ОПЕРЕДИВШИЙ ВРЕМЯ

*Авиаконструктор, академик АН СССР; генерал-полковник-инженер; основатель и генеральный конструктор ОКБ А.Н. Туполева, один из организаторов Центрального аэрогидродинамического института (ЦАГИ), генеральный конструктор авиационной промышленности СССР, глава школы авиационных конструкторов и ученых; лауреат Ленинской, четырех Сталинских премий I степени, Государственной премии СССР, Премии им. Н.Е. Жуковского АН СССР и им. Леонардо да Винчи; кавалер 8 орденов Ленина, многих отечественных и зарубежных орденов и медалей, золотой авиационной медали Международной авиационной федерации (ФАИ), золотой медали Общества основоположников авиации Франции, золотой медали им. Жуковского за заслуги в развитии теории авиации; заслуженный деятель науки и техники, Герой Труда РСФСР, трижды Герой Социалистического Труда; почетный гражданин Парижа, Нью-Йорка и города Жуковский Московской области; почетный член Королевского авиационного общества Великобритании и Американского института аэронавтики и астронавтики, Андрей Николаевич Туполев (1888–1972) прославился созданием свыше 100 типов самолетов, в том числе 70 серийных. Вершиной творчества Туполева стал первый в мире сверхзвуковой пассажирский самолет Ту-144.*

Нынешний научно-технический потенциал России проигрывает потенциалу полувековой давности по многим статьям. В 1960-х гг. оснований для гордости в области фундаментальных наук, ядерной техники, авиации и космонавтики было куда больше. А ведь имелась еще электросварка под флюсом в Киеве, радиоастрономия в Пущине, множество новых научных школ в Академгородке под Новосибирском…

Одним из главных центров науки СССР было старейшее в мире авиационное конструкторское бюро, созданное и полвека руководимое А.Н. Туполевым. В стенах ОКБ была воспитана знаменитая школа авиационных конструкторов и ученых: В.М. Петляков, П.О. Сухой, С.М. Егер, В.М. Мясищев, А.И. Путилов, Д.С. Марков, В.А. Чижевский, А.А. Архангельский, М.Л. Миль, А.П. Голубков, И.Ф. Незваль, А.А. Туполев, А.М. Черемухин и др. За 90 лет ОКБ А.Н. Туполева (ныне ОАО «Туполев») создало свыше 300 проектов самолетов, малых судов и аэросаней.

Главным научным достижением А.Н. Туполева является развитие им авиационной науки и ее экспериментальной базы. К научно-

конструкторским разработкам, повлиявшим на развитие мировой авиации, следует отнести основание Туполевым советского цельнометаллического самолетостроения, пришедшего на смену деревянным конструкциям; создание тяжелых бомбардировщиков, ставших эталонами для многих поколений военных и гражданских самолетов нашей страны и зарубежья; формирование отечественной реактивной авиации – пассажирской и стратегической. В наше время туполевские самолеты – основа гражданской авиации России и стран СНГ, а дальние и межконтинентальные самолеты-носители, спроектированные ОКБ, – ядро российских ВВС.

*Ту-144*

Вот лишь некоторые из знаменитых самолетов Андрея Николаевича:

первые советские цельнометаллические самолеты АНТ-2 (1924) и ТБ-1 (1925);

ТБ-3 (1932), на котором доставили экспедицию И.Д. Папанина на дрейфующую станцию «Северный полюс-1»;

АНТ-25 (1932), на котором экипажи В.П. Чкалова и М.М. Громова выполнили перелеты из Москвы через Северный полюс в Америку;

двухмоторный пикирующий бомбардировщик Ту-2 (1942);

реактивный бомбардировщик Ту-16, развивавший скорость более 1000 км/ч (1951);

первый турбовинтовой межконтинентальный пассажирский самолет Ту-114 (1957);

первый отечественный реактивный гражданский самолет – Ту-104 (1957);

и наконец, пионер сверхзвуковой пассажирской авиации, истинный красавец – Ту-144 (1968), ставший гордостью и печалью, успехом и невезением отечественного самолетостроения.

Этот лайнер называют «опередившим время», а летчики-испытатели ОКБ – «потерянным поколением» (имеется в виду самолетов). Что же случилось с детищем Туполева?

В начале 1960-х гг. мировое авиастроение встало перед проблемой преодоления звукового барьера и полетов на сверхзвуковых скоростях. В 1962 г. Франция и Великобритания подписали соглашение о совместной разработке и постройке сверхзвукового пассажирского реактивного самолета «Конкорд». А.Н. Туполев тут же поставил аналогичную задачу и перед своим ОКБ. Главным конструктором проекта он назначил в 1963 г. своего сына Алексея, занятого до этого проектированием ракет и беспилотных самолетов. За собой Андрей Николаевич оставил решение стратегических задач, связанных с «пробиванием проекта в верхах», размещением заказов, контролем за ходом работ и испытаний. Кроме них первыми лицами, руководившими проектом, были также авиационные конструкторы Б.А. Ганцевский, Ю.Н. Попов и В.И. Близнюк.

Проект летательного аппарата, связанный с переходом на сверхзвуковые скорости полета, потребовал решения множества проблем, начиная с определения аэродинамической формы планера и заканчивая новыми смазочными и уплотнительными материалами и технологией наземного обслуживания самолета. «Начинка» лайнера самыми современными приборами, устройствами, материалами, принципиально новой элементной базой вызвала необходимость привлечения к решению поставленных задач десятков научных и производственных коллективов по всей стране. Только число прикомандированных к ОКБ специалистов превышало тысячу. Вовсе не красным словцом были слова генерального конструктора о том, что новый лайнер был «достижением тысяч людей, творчески и активно участвующих в проекте».

Работы по Ту-144 вобрали в себя весь предшествующий опыт создания дозвуковых боевых и гражданских реактивных самолетов. Базовой была выбрана схема самолета с крылом малого удлинения, испытанного на специально подготовленном для этого истребителе МиГ-21И. На задней кромке крыла впервые

был применен т. н. элевон – подвижная поверхность, выполняющая функции руля высоты и обычного элерона, служащего для поворотов.

Были разрешены сложнейшие вопросы, связанные с обтеканием самолета воздушным потоком, вызывающим скачки уплотнения и разогрев конструкции до 120 °С, т. н. «теплового барьера», с вопросами звукового удара и солнечно-космической радиации, с созданием новой системы зональной навигации…

Были разработаны свыше сотни конструктивных неметаллических материалов, теплостойких герметиков, клеев, впервые применены крупноразмерные заготовки из титановых и алюминиевых сплавов, внедрены реактивные двигатели НК-144, созданные в моторостроительном КБ генерального конструктора Н.Д. Кузнецова.

По самым скромным подсчетам, «в проекте Ту-144 было реализовано более 750 оригинальных российских идей, защищенных патентами и авторскими свидетельствами на изобретение».

Официальным основанием для начала работ стало Постановление Совета Министров СССР № 798–271 от 16 июля 1963 г., в котором ОКБ А.Н. Туполева предлагалось спроектировать и построить самолет со скоростью полета 2300–2700 км/ч и дальностью полета с 80–100 пассажирами на борту 4000–4500 км.

Работы по проектированию начались в 1962–1963 гг., первый полет опытного самолета состоялся 31 декабря 1968 г.; его выполнил летчик-испытатель ОКБ А.Н. Туполева Э.В. Елян. Производство нового самолета было развернуто на Воронежском заводе № 64.

В 1969–1970 гг. на высоте 11 000 м впервые был преодолен звуковой барьер, а на высоте 16 300 м – скорость 2М (двойная скорость звука на данной высоте) 2150 км/ч.

В 1971 г. Ту-144 был продемонстрирован на авиасалоне в Париже. Через два года там же во время демонстрационного полета Ту-144 потерпел катастрофу – по окончательно неустановленной причине, хотя эксперты склонны винить в ней истребитель «Мираж», с борта которого производилась киносъемка авиашоу. Экипажу Ту-144, уходя от неминуемого столкновения, пришлось пойти на крутой вираж, на который не была рассчитана конструкция самолета.

По одной из версий, достоверность которой сегодня оценивают на 90 %, самолет в Ля Бурже уничтожили конкуренты, устроив диверсию. Вместо внезапно заболевшего механика к предполетной проверке привлекли механика со стороны. После

катастрофы его искали не один год, но так и не нашли. Самолет же разбился по причине того, что был включен какой-то тумблер, который было запрещено включать; члены экипажа об этом знали и сами включить его не могли.

Это печальное событие во многом решило судьбу проекта. И хотя Ту-144 в 1970-х гг. совершал регулярные коммерческие рейсы из Москвы в Алма-Ату и Хабаровск, после вынужденной посадки самолета в 1978 г. из-за пожара, причина которого не была установлена, при которой погибли два члена экипажа, были прекращены пассажирские перевозки, а через несколько лет и грузовые.

В 1985 г. на Ту-144 было установлено 18 мировых рекордов, не побитых и поныне.

Наступивший в мире в 1980-х гг. топливный кризис (стоимость керосина возросла в три раза) прервал работы по сверхзвуковому пассажирскому самолета в СССР и на Западе. В 1990-х гг. руководители российской гражданской авиации и промышленности не проявили никакого интереса к Ту-144. И хотя отдельные экземпляры самолета Ту-144 использовались в летных испытаниях до 1996 г. (так, например, в 1993 г лайнер был использован в качестве научно-исследовательского самолета для создания перспективного сверхзвукового транспортного самолета США; тогда были получены уникальные научные результаты), судьба его была решена.

Шестнадцать построенных Ту-144 совершили в общей сложности 2556 вылетов и налетали 4110 часов. Два из них разбились, пять хранятся в музеях, девять – разрезаны и уничтожены в 1990-х гг.

# Космос

# КОСМИЧЕСКАЯ РАКЕТА ЦИОЛКОВСКОГО

*Ученый-самоучка, исследователь, изобретатель, общественный деятель, философ-основатель русского космизма, писатель-фантаст; учитель математики в нескольких училищах Калужской губернии и в Калужской трудовой школе; действительный член Русского физико-химического общества, почетный член Русского общества любителей мироведения, почетный профессор Военно-воздушной инженерной академии им. Н.Е. Жуковского, член Социалистической академии; автор множества научных работ; кавалер орденов Святого Станислава и Святой Анны, Трудового Красного Знамени за «особые заслуги в области изобретений, имеющих огромное значение для экономической мощи и обороны Союза ССР, Константин Эдуардович Циолковский (1857–1935) прославился трудами в области аэро– и ракетодинамики, теории самолета и дирижабля. Циолковский является основоположником современной космонавтики и ракетной техники.*

В 10 лет Костя Циолковский переболел скарлатиной и потерял слух. Тогда, наверное, он и услышал музыку небесных сфер, на зов которой шел всю свою жизнь. Из-за глухоты будущий Бетховен космонавтики не смог получить приличного образования и до всего дошел сам – и до своих утопий и до реальных конструкций ракет, на которых можно покорять Вселенную.

Начал свой полет Циолковский с дирижабля. Именно этот аппарат, названный изобретателем управляемым аэростатом, помог ему «войти в тему». В 1885–1892 гг. ученый предложил проект цельнометаллического управляемого дирижабля и построил его работающую модель.

После этого Циолковский занялся аэродинамикой самолета, исследовал влияние формы крыла на величину подъемной силы, вывел зависимость мощности двигателя от сопротивления воздуха, использованные Н.Е. Жуковским при создании теории расчета крыла. В 1911 г. Константин Эдуардович пророчески изрек: «Аэроплан будет самым безопасным способом передвижения».

*К.Э. Циолковский*

Циолковский предлагал идеи, которые нашли воплощение лишь спустя много лет. К примеру, он упредил братьев Райт идеей колесного шасси в самолете, предложил осуществлять космическую связь с помощью «параллельного пучка электромагнитных лучей с небольшой длиной волны, электрических или даже световых», то есть лазера (!), разработал принцип движения на воздушной подушке… Но не это главное. Главное – он сотворил то, что до него не создавал еще никто, – теорию ракет и космонавтику.

Разработка ракет и исследование космического пространства стали следующим этапом исследований Константина Эдуардовича. Впервые о возможности полета космической ракеты в мировом пространстве 25-летний ученый написал в сочинении «Свободное пространство».

Ракеты – древнейшее изобретение человечества,

подсмотренное первыми инженерами у каракатиц и медуз, передвигающихся в воде за счет выброса из себя предварительно набираемой жидкости, то есть с использованием реактивного принципа. Сегодня ракетами называют петарды, космические ракеты и вообще любое устройство, движущееся в сторону, противоположную истекающей из него под внутренним давлением струе газов или жидкости. Из школьной программы по физике многие должны помнить сегнерово колесо.

Реактивный принцип основан на третьем законе Ньютона – действие равно противодействию. При взрыве пороха внутри герметичной камеры образовавшиеся газы разрывают ее – случай гранаты. Если же в камере есть отверстие, сжатый газ устремляется в него и «отталкивает» камеру в противоположную сторону. Именно это отталкивание ракеты истекающим из нее газом и направляет ее в полет. Сколько времени истекает газ, столько времени ракета и движется плюс инерция полета. Скорость полета ракеты увеличивается еще и за счет расширяющегося конического сопла, исходя из которого газы оказывают дополнительное давление еще и на стенки этого сопла. Такой механизм позволяет ракете двигаться в безвоздушном пространстве, где аппарату для движения не за что «цепляться» и не от чего отталкиваться.

Первые свидетельства о ракетах можно найти у китайских и античных авторов. Это были всевозможные трубки, «огненные стрелы», модели птиц, в частности деревянные голуби. Как правило, начинкой ракет служил открытый китайцами несколько тысячелетий назад порох. Простой принцип устройства, его эффективность и, что немаловажно, эффектность издавна привлекали военных. Из достоверных источников известно, что ракетами пользовались воины Чингисхана, Яна Гуса, запорожские казаки, индийские войска, боровшиеся с английскими колонизаторами… В первой половине XVII в. белорусский инженер К. Семенович впервые предложил принцип пороховой многоступенчатой ракеты.

В России в XIX в. математическую теорию и конструкции ракет разрабатывали офицеры и генералы, инженеры и ученые, озабоченные созданием ракетного оружия, – А.Д. Засядько, И.М. Третесский, Н.С. Соковнин, И.В. Мещерский, К.И. Константинов, Н.И. Тихомиров и др.

Революционер Н.И. Кибальчич накануне казни в тюрьме (1881) разработал первый проект ракетного самолета, о котором стало известно только после Октябрьской революции 1917 г.

На рубеже веков вопросами реактивного движения занимались и многие европейские и американские

исследователи. Однако первый теоретический труд в этой области – статья Циолковского «Исследования мировых пространств реактивными приборами» – вышел в России в 1903 г. В своей работе автор впервые доказал, что ракета является тем единственным аппаратом, который способен совершить полет в космос; рассмотрел схемы ракет дальнего действия и ракет для межпланетных путешествий. Можно сказать, что именно этой статьей был дан старт и самой космонавтике.

Публикация явно опередила время и осталась незамеченной. Через 10 лет сочинение повторно вышло в журнале «Вестник воздухоплавания», но к этому времени за рубежом многие исследователи предложили свои варианты реактивных звездолетов и заявили о своем приоритете. Тем не менее благодаря первой публикации первенство осталось за русским ученым.

К 1914 г. Циолковский подробно разработал теорию полета жидкотопливной ракеты переменной массы в атмосфере и в космическом пространстве, а также решил задачу посадки звездолета на поверхность планет, лишенных атмосферы («Дополнение к “Исследованию мировых пространств реактивными приборами”»).

Несмотря на то что космические идеи Циолковского подхватили некоторые ученые и популяризаторы науки (А.Г. Столетов, Н.Е. Жуковский, В.В. Рюмин, Я.И. Перельман, Н.А. Рынин и др.), труды ученого были оценены только после Октябрьской революции. В 1921 г. ему была назначена персональная пенсия, которая спасла Константина Эдуардовича от голодной смерти и дала ему возможность продолжить свои труды.

Когда ученому было уже за семьдесят, он разработал теорию движения составных многоступенчатых ракет, ставшую базовой основой космонавтики; предложил идею ракеты – искусственного спутника Земли; описал условия жизнедеятельности экипажа звездолета; предложил внеземные космические станции в качестве промежуточных баз для космического корабля; рассчитал оптимальную высоту для полета вокруг Земли – 300–700 км; предложил свою формулу (названную его именем), ставшую главной формулой космонавтики. Согласно ей «конечная скорость ракеты прямо пропорциональна скорости истечения газа и натуральному логарифму отношения начальной массы ракеты к массе ракеты после израсходования топлива» («Космические ракетные поезда», 1929).

Практически все идеи исследователя подтвердились практикой современной космонавтики и нашли воплощение во

многих космических проектах. Кроме реализованных у Циолковского было много оригинальных идей, не нашедших своего воплощения. Например, ученый предлагал производить дозаправку ракет во время полета от ракет-спонсоров. Из 32 стартующих ракет 16, выработав половину топлива, отдавали вторую половину остальным 16, а далее – 8 половину топлива отдавали 8, 4–4 ракетам и т. д., пока не останется одна ракета.

Априори заняв место одного из самых величайших ученых современности, Циолковский скромно признавался: «Все, что я пишу, конечно, навеяно чтением книг и работами других авторов… Что это так, видно из того, что я готов отречься от приоритета всего, что сообщаю».

Уже в старости почти не слышащий ничего Циолковский написал работу «Пение и музыка», увлекся музыкой духового оркестра в загородном саду, особенно Бетховеном. Великие находят друг друга даже через века. По своим творениям.

# РАКЕТНОЕ ДЕЛО ЦАНДЕРА

*Инженер-технолог, конструктор, пропагандист ракетной техники, изобретатель; преподаватель Московского авиационного института; сотрудник авиационного завода «Мотор», ЦКБ Авиационного треста, Центрального института авиационного моторостроения; основатель группы изучения реактивного движения (ГИРД), руководитель бригады реактивных двигателей московской ГИРД; создатель первого в мире Общества изучения межпланетных сообщений; научный редактор трудов К.Э. Циолковского, Фридрих Артурович Цандер (1887–1933) является одним из основоположников ракетной техники и космонавтики, создателем первого реактивного двигателя ОР-2 для жидкостной ракеты ГИРД-Х.*

Ф.А. Цандер жил мечтой – слетать на Марс. Полету на Марс посвятил ученый свои исследования проблем межпланетных сообщений, ради Марса создал первый жидкостный реактивный двигатель (ЖРД), который унес ракету в небо. Конструктор, увы, не увидел этот полет. Фридрих Артурович умер на 46-м году в Кисловодске за несколько месяцев до старта ГИРД-Х. Изношенный непосильным трудом организм не справился с брюшным тифом. В Кисловодске ученый и похоронен. В Комсомольском парке города-курорта в 1974 г. открыт Дом-музей его имени. Там же разбита аллея, на которой наши космонавты высаживали серебристые ели. Космонавтикой Цандер занялся в юности, в 1907 г. Уже через два года он впервые высказал мысль об использовании отработавших частей ракеты в качестве топлива. Одной этой идеи хватило бы, чтобы вписать имя Цандера золотыми буквами в историю космонавтики, но не будем торопиться – у инженера была масса замыслов. Заметим, что практически все его концепции используются и сегодня. Часть работ ученого до сих пор не расшифрована (расшифровкой занимались 20 специалистов), так как он вел записи по модифицированной системе немецкой стенографии Габельсбергера.

*Ф.А. Цандер (стоит слева) с сослуживцами и единомышленниками*

Не привязываясь к годам зарождения идей и к прижизненным публикациям («Перелеты на другие планеты» и «Проблемы полета при помощи реактивных аппаратов»), распишем цандеровский маршрут Земля – космос – Земля, как он его видел сам. Все свои замыслы расчетчик подкрепил соответствующими аэродинамическими, небесномеханическими, экономическими, химическими, электротехническими выкладками. Точность и универсальность этих расчетов позволила сказать К.Э. Циолковскому и С.П. Королеву, что Цандеру «принадлежит ряд теоретических трудов, дающих единственные в мире расчеты в области ракетного дела».

Итак, взлет с Земли. Цандер предложил осуществлять горизонтальный взлет, как экономически более выгодный. На этот вариант сегодня переходят во всем мире.

Ученый рассчитал: время старта; подъем и спуск аппарата; размеры коридора входа в атмосферу; тепловую защиту; оптимальные траектории полета в зависимости от применяемых двигателей; подъемную силу для транспортировки груза; запас кислорода на борту для обеспечения жизнедеятельности одного космонавта; противометеоритную защиту; условия для выращивания в космической оранжерее съедобных растений; параметры очистки внутрикабинной атмосферы…

Идея Цандера о тросе для соединения Земли с Луной в 1960-х гг. породила т. н. «космический лифт» и множество разработок космических тросов и буксиров.

Ученый выполнил расчеты эффективности реактивных

двигателей различных схем (воздушно-реактивных – ВРД, ЖРД, комбинированных – весьма перспективных). Предложил также вариант запуска ракеты с большого аэроплана или спутника (прообраз МКС «Мир»).

Согласно Цандеру, до высоты 25 км космический корабль поднимается как аэроплан (винтовой либо реактивный), после чего включается ракетный двигатель.

В камеру сгорания идут крылья, двигатель, пропеллеры. Алюминий расплавляется в котле и вместе с водородом и кислородом представляет «прекрасный горючий материал», который поднимает корабль до высоты 85 км. Эта идея сегодня отчасти реализована на твердотопливных ракетах, но за нею будущее. Как вариант рассматривалась идея отбрасывания отработавших ступеней корабля.

Далее полет совершает «ракета с небольшими крыльями и рулями, а также кабина для людей». Как видим, это наш «Буран» и американский «Space Shuttle».

Полет ракеты управляемый – за счет использования гравитационных и электромагнитных полей самой Земли, Луны, Солнца и планет. Эта идея получила в космонавтике название гравитационного, или пертурбационного, маневра и уже была реализована при полете американской станции «Mariner-10», обогнувшей Венеру, чтобы приобрести ускорение и достигнуть Меркурия, и станции «Voyager-2», предпринявшей этот маневр у Юпитера, Сатурна и Урана. (О Цандере при этом не вспоминали.)

Для дальних космических перелетов Цандер предложил использовать давление солнечного света (солнечные паруса); в этом случае корабль может обойтись вовсе без двигателя и топлива. Ученые NASA (США) разработали проекты подобных космических парусников, а в Японии в 2010 г. был запущен космический аппарат IKAROS с солнечным парусом – тончайшей мембраной размером $14 \times 14$ м.

Для спуска на планету инженер предложил идею планирующего спуска космического аппарата с торможением в атмосфере при помощи обратной отдачи ракетного мотора и посадки при помощи маленького двигателя.

А еще Цандер создал пакетную схему ракет (отчасти реализованную в ракете-носителе «Восток») и нашел энергетически оптимальные траектории перелета к другим планетам – их успешно позаимствовали и назвали траекториями Гомана и модифицированными траекториями Крокко.

Фридрих Артурович прозорливо предлагал «начинать с постройки двигателей и одноступенчатых ракет, затем составных ракет и лишь после этого строить крылатые ракетные аппараты.

Именно по такому пути и пошло развитие космонавтики».

Всю эту гигантскую работу Цандер проделал на свои средства, в свободное от работы время, в ущерб своему здоровью и личной жизни.

Когда ученый подал в 1924 г. в Комитет по изобретениям авторскую заявку на спроектированный им космический самолет, то получает отказ, так как комитет счел проект чересчур фантастическим.

Это не обескуражило инженера. Занимаясь с конца 1920-х гг. практической реализацией своих проектов, Цандер создал из обычной паяльной лампы реактивный двигатель ОР-1 («опытный ракетный первый») на сжатом воздухе с бензином, который стал первой комбинированной моделью ВРД и ЖРД.

В 1931 г. при Обществе содействия обороне, авиационному и химическому строительству (ОСОАВИАХИМ) были организованы московская и ленинградская группы изучения реактивного движения (ГИРД), объединявшие на общественных началах энтузиастов ракетного дела. Руководителем московской группы был Цандер. Через год ученый перешел в организованный производственный отдел ГИРД и возглавил бригаду двигателей, а начальником МосГИРД стал С.П. Королев. Цандер поначалу был единственным гирдовцем, имевшим свои труды в области реактивной техники.

Меньше чем за год Цандер построил двигательную установку с ЖРД (на жидком кислороде с бензином) ОР-2. Двигатель имел стальную камеру сгорания с огнеупорной теплоизоляцией. Кислород и бензин подавались под давлением азота. В баках с горючим и окислителем при помощи компенсаторов поддерживалось постоянное давление. Сопло двигателя охлаждалось водой, циркулирующей по замкнутому контуру и т. д. Основные технические решения, реализованные в этом двигателе, использовались конструкторами ракетной техники еще много десятилетий. Двигатель развивал тягу 70 кг, достаточную, чтобы поднять ракету на высоту нескольких километров.

Ну а дальше – увы, поездка в Кисловодск…

23 ноября 1933 г. была успешно испытана ГИРД-Х с двигательной установкой Цандера.

Ученому не удалось увидеть полет своей ракеты. Он сам стал первой ступенью многоступенчатой ракеты космонавтики, сгорел в котле науки и устремил эту ракету в космос.

Говорят, чертежи Цандера выкрали немецкие спецслужбы, и ОР-2 стал прототипом двигателя для германской ракеты «Фау-2». А еще В. фон Браун использовал цандеровскую идею и разрабатывал крылатую космическую ступень системы А9 –

А10 для удара по Нью-Йорку.

В год 50-летия полета Ю. Гагарина невольно хочется узнать, как поживает единственный в стране Дом-музей Цандера в Кисловодске? Как серебрятся ели, высаженные космонавтами на аллее? Оказывается, музея нет – он уничтожен в 1990-х гг. Хорошо, экспонаты спасли, и они хранятся в запасниках Ставропольского краеведческого музея. А из 22 серебристых елей на Аллее космонавтов осталось три – остальные вырублены. С 2003 г., когда стало известно, что музей разрушен, чиновники не могут подписать бумаги о восстановлении памятника. Видно, у нас проще слетать в космос.

# ЛУННАЯ ТРАССА КОНДРАТЮКА

*Ученый-самоучка, механик, изобретатель; прапорщик в Первую мировую войну, народный ополченец в Великую Отечественную; конструктор и строитель элеваторов, проектировщик угольных предприятий в Западно-Сибирской области (Новосибирск); сотрудник ряда проектных организаций, начальник технического отдела московской Проектно-экспериментальной конторы ветровых электростанций; лектор, Юрий (Георгий) Васильевич Кондратюк, настоящие имя, отчество и фамилия – Александр Игнатьевич Шаргей (1897–1941), является одним из основоположников космонавтики.*

Строитель Кондратюк спроектировал в 1930 г. и возвел без единого гвоздя крупнейший в мире деревянный элеватор («мастодонт») на 13 000 т зерна на Каменском хлебоприемном пункте в Камне-на-Оби. (Зернохранилище сгорело дотла в середине 1990-х гг.)

Изобретатель Кондратюк предложил ряд технических решений, которыми пользуются и поныне, в области горношахтного оборудования, при строительстве элеваторов и др.

Конструктор Кондратюк разработал в 1934 г. проект самой большой в мире ветроэлектростанции КрымВЭС на 12 МВт на горе Ай-Петри. Вращающаяся 165-метровая мачта не была сооружена по ряду причин, но стала прообразом Останкинской телебашни, спроектированной коллегами Кондратюка – Н.В. Никитиным и Б.А. Злобиным.

Ученый Кондратюк заинтересовал своим космическим проектом К.Э. Циолковского, С.П. Королева, неоднократно приглашавшего его на работу в ЦГИРД, американское космическое агентство NASA.

Кондратюк, погибший в 1941 г. под Москвой, при жизни не был признан. Слава пришла к нему посмертно – после того, как инженер NASA Дж. К. Хуболт при разработке программы «Apollo» – полета к Луне и высадке на ее поверхность людей (1969) – позаимствовал идею «улиточной трассы» Кондратюка, о чем и сообщил за 3 месяца до старта «Аполлона». Использовав эту «трассу», а также предложенный русским ученым модуль для посадки на Луну с орбиты, американцы лишний раз подтвердили безупречность космического проекта Кондратюка.

Потребовалось 40 лет, чтобы доказать это.

*Памятник Ю.В. Кондратюку в Полтаве. Скульптор Н. Трипутин*

В 1927 г. Кондратюк подготовил к печати книгу «Завоевание межпланетных пространств», в которой изложил свои идеи, разработанные им в 1917 г., когда он был еще Александром Игнатьевичем Шаргеем. В Гражданскую войну Шаргея мобилизовали белогвардейцы, и хотя он дезертировал из их рядов, всю жизнь потом вынужден был утаивать этот факт

биографии, скрывшись под псевдонимом Юрия (Георгия) Васильевича Кондратюка.

Космическим проектом юноша Шаргей занялся после того, как прочитал в 1913 г. роман немецкого писателя Б. Келлермана «Туннель» о постройке под Атлантическим океаном туннеля, соединяющего Европу и Азию. В 16 лет он стартовал в свое уникальное межпланетное путешествие.

История сохранила «траекторию» его полета. Он оказался, как и предложенная им ракета, четырехступенчатым. Известно три варианта рукописи (1917, 1919, 192 г.), имевшие названия: «Тем, кто будет читать, чтобы строить», «О межпланетных путешествиях» и «Завоевание межпланетных пространств».

Книга была напечатана в 1929 г. в Новосибирске тиражом 2000 экземпляров с предисловием профессора В.П. Ветчинкина и с двумя предисловиями автора и за его счет.

73-страничная с 6 графиками книжечка стала краеугольным камнем здания космонавтики вместе с работами К.Э. Циолковского, С.П. Королева, В. фон Брауна и других основоположников этой науки.

Судите сами – по отрывку из предисловия Ветчинкина:

«Предлагаемая книжка Ю.В. Кондратюка, несомненно, представляет наиболее полное исследование по межпланетным сообщениям из всех писавшихся в русской и иностранной литературе до последнего времени. Все исследования проделаны автором совершенно самостоятельно, на основании единственного полученного им сведения, что на ракете можно вылететь не только за пределы атмосферы, но и за пределы земного тяготения.

В книжке освещены с исчерпывающей полнотой все вопросы, затронутые и в других сочинениях, и, кроме того, разрешен ряд вопросов первостепенной важности, о которых другие авторы не упоминают. К их числу относятся: предложение использовать озон вместо кислорода, металлическое горючее, формула, доказывающая, что ракета, не сбрасывающая баков или не сжигающая их, вылететь за пределы земного тяготения не сможет; автор предложил крылатую ракету для использования крыльев при отлете и при посадке на Землю, обстоятельно исследовал проблему создания межпланетной промежуточной базы и ее ракетно-артиллерийского снабжения, вывел формулу летающей лаборатории и многое другое».

Среди «многого другого», помимо упомянутой «улиточной трассы», Кондратюк предложил также: основное уравнение движения ракеты; схему и описание четырехступенчатой кислородно-водородной ракеты; параболоидальное сопло;

снабжать спутники на околоземной орбите с помощью ракетно-артиллерийских систем (ныне это транспортная система «Прогресс»).

А еще – использовать сопротивление атмосферы для торможения ракеты при спуске с целью экономии топлива; гравитационное поле встречных небесных тел для доразгона или торможения космического корабля (т. н. «пертурбационный маневр», примененный впервые советской автоматической межпланетной станцией «Луна-3» в 1959 г., когда были получены первые фотографии обратной стороны Луны).

Ученый намеревался использовать солнечную энергию для питания бортовых систем космических аппаратов, размещать на околоземной орбите большие зеркала для освещения поверхности Земли, применять зеркала «для беспроволочного телеграфа» – то есть антенны направленного приема и излучения.

Кондратюк рассчитал температурный режим при трении об атмосферу, предложил схему вывода космического корабля за пределы земного тяготения по разворачивающейся вокруг земного шара спирали, принятой сегодня всеми космическими агентствами мира; способы стабилизации вращения космического корабля с помощью плавающих поплавковых гироскопов.

Обоснованная ученым экономическая целесообразность первоначального вертикального взлета с Земли ввиду наличия плотной атмосферы Земли впоследствии была применена на практике как наиболее приемлемый способ.

Кондратюк предложил подготавливать космонавтов по специальной программе; использовать шлюз для сообщения с открытым космосом; безопасное расположение членов экипажа космического корабля в индивидуальных формах-ложементах при взлете корабля; идею космического скафандра.

Ученый проявил себя большим провидцем, описав этапы развития космонавтики и дальние ее перспективы.

А еще – «многое другое».

У Юрия Васильевича не было своего жилья. Всю жизнь он скитался по съемным квартирам. Их много в разных углах страны. Есть дом и в Новосибирске, где жил ученый в год выхода в свет его знаменитой книги. Сегодня в нем музей Ю.В. Кондратюка. Однажды к дому подошел мужчина, специально приехавший из США. Это был первый человек, ступивший на поверхность Луны, – Н. Армстронг. Астронавт набрал пригоршню земли у стен дома, где жил Юрий Васильевич, и изрек: «Эта земля для меня имеет не меньшую ценность, чем лунный грунт».

# РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ КОРОЛЁВА

*Авиаконструктор, ракетостроитель, корабел, планерист; академик, член президиума АН СССР; глава научной школы; организатор (совместно с Ф.А. Цандером) и руководитель Группы изучения реактивного движения (ГИРД), старший инженер Центрального аэрогидродинамического института (ЦАГИ); начальник отдела ракетных летательных аппаратов Реактивного НИИ, главный конструктор группы реактивных установок ОКБ-16 при Казанском авиазаводе № 16, главный конструктор баллистических ракет дальнего действия и начальник отдела № 3 НИИ-88 по их разработке, главный конструктор и директор ОКБ-1 (ЦКБЭМ – НПО «ЭНЕРГИЯ» – РКК «Энергия» им. С.П. Королёва); лауреат Ленинской премии, первый лауреат Золотой медали им. К.Э. Циолковского; кавалер трех орденов Ленина, ордена «Знак Почета» и медалей; дважды Герой Социалистического Труда, почетный гражданин города Королёва, Сергей Павлович Королёв (1906–1966) является основоположником практической космонавтики, организатором работ по созданию ракетно-космических систем и развитию отечественного ракетного вооружения. А если коротко – первооткрывателем космической эры.*

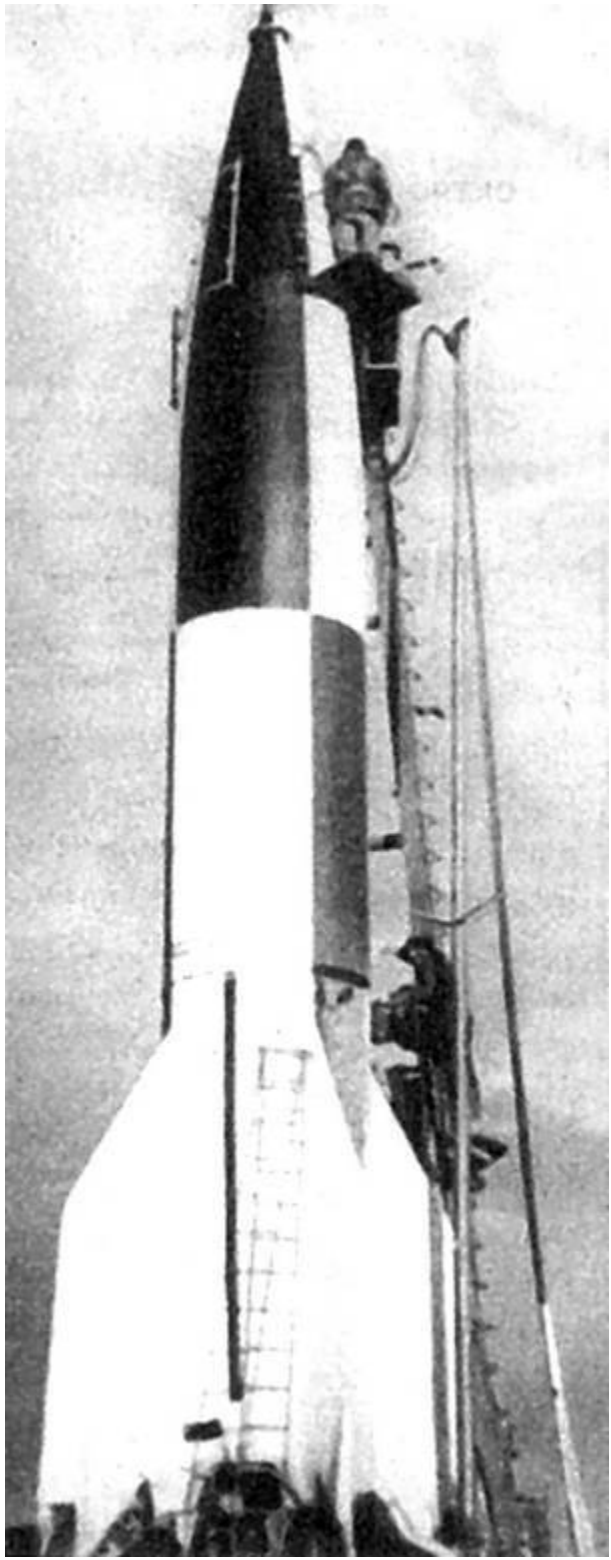
Третьей мировой войны не случилось во многом благодаря русским ученым – И.В. Курчатову, М.В. Келдышу, А.П. Александрову и С.П. Королёву. Их труды сделали наше государство передовой ядерной, ракетно-космической державой и обеспечили в середине XX в. стратегический паритет оборонных потенциалов СССР и США.

Вклад Королёва в мощь послевоенного СССР трудно переоценить. Простое перечисление основных заслуг главного конструктора наших ракет автоматически ставит его в разряд выдающихся деятелей Отечества.

В официальном списке конструкторов ракетно-космических систем из 22 человек С.П. Королёв вынесен вне алфавитного списка, «поскольку во многом благодаря его усилиям, конструкторским наработкам и организаторским талантам в СССР появились стратегическое ракетное оружие и программа освоения космоса».

Сергей Павлович впервые в мире осуществил запуск в космос искусственного спутника земли (ИСЗ), спутника с собакой Лайка, межконтинентальной ракеты Р-7, баллистической ракеты с

подводной лодки, первого космонавта Ю.А. Гагарина, выход человека в открытый космос.



*Ракета Р-1. Разработчик С.П.Королев*

К этому надо добавить еще запуск целого ряда межконтинентальных ракет, спутников «Молния-1», «Электрон», «Космос», «Зенит», «Зонд», межпланетных станций по программе «Марс – Венера», космических кораблей «Восток», «Восход»; создание автоматического аппарата для мягкой посадки на Луну; разработку системы космической связи и нового типа пилотируемого космического корабля 7К-ОК («Союз»).

Десятки других работ, каждая из которых могла бы стать славной страницей в жизни любого ученого и конструктора, мы оставим за границами очерка. А еще у главного конструктора ракетных систем были проработки, отданные для доведения «до ума» в другие КБ либо в силу разных причин не нашедшие своего воплощения в металле. Например, в 1958 г. Королёв задумал разработать космический пилотируемый крылатый аппарат, который мог бы спускаться с орбиты ИСЗ. Этот прообраз «челнока», названный Сергеем Павловичем за его форму «лапотком», был разработан за 23 года до полета первого американского «Шаттла» (П.В. Цыбин, заместитель Королёва)!

Ракетами Королёв занялся еще во второй половине 1930-х гг. На нем был весь комплекс исследований, связанных с выбором конструкции, типа двигателей, системы управления, вида топлива, материалов. В короткие сроки конструктор создал проекты жидкостных крылатой и баллистической ракет дальнего действия, авиационных ракет, зенитных твердотопливных ракет, высотного ракетоплана.

В 1947 г. Королёв воспроизвел немецкую ракету «Фау-2» (А-4), после чего испытал свои – Р-1 и Р-2 с дальностью 300 и 600 км (что тогда казалось чудом) и с гораздо лучшими результатами по надежности и точности попадания.

38-летний конструктор создал «Совет главных конструкторов» (В.П. Бармин – наземный комплекс, В.П. Глушко – ЖРД, В.И. Кузнецов, Н.А. Пилюгин, М.С. Рязанский – системы управления), министерство вооружения (Д.Ф. Устинов), военные подразделения (маршал артиллерии М.И. Неделин), коллективы НИИ-4 в Болшеве и Государственного центрального полигона «Капустин Яр», который работал как часы.

В 1950-х гг. Королёв создал сухопутный Р-11М и морской Р-11ФМ ракетные комплексы; осуществил впервые запуск ракеты с подводной лодки; на Семипалатинском полигоне провел успешные испытания первой в мире стратегической ракеты РДД Р-5М с дальностью 1200 км; сконструировал твердотопливные МБР РТ-1 и ТР-2, ставшие прародительницами всех современных российских стратегических ракетных комплексов; построил

уникальную по конструкции и по летным характеристикам первую межконтинентальную баллистическую ракету (МБР) Р-7, названную «машиной века», и ее модернизированный вариант МБР Р-7А с дальностью 8000 и 12 000 км, соответственно.

Ракета Р-7 стала первой космической ракетой-носителем (РН), открывшей космическую эру. Убедив Н.С. Хрущева в необходимости запуска ИСЗ, которым Королёв занимался вне программы по своей инициативе, Сергей Павлович осуществил его 4 октября 1957 г. Первый спутник наблюдал и принимал его сигналы весь мир. Следом за ним конструктор запустил второй спутник с собакой Лайкой на борту. Этим экспериментом Королёв доказал безопасность длительной невесомости для живых организмов и подготовил платформу для запуска человека в космос.

Тщательно проработав трех– и четырехступенчатые варианты ракеты Р-7, Королёв уже смог выводить на орбиту полезный груз в 4,6 т, а на межпланетные траектории до 1,2 т, создавать автоматические межпланетные станции и космические корабли.

12 апреля 1961 г. с космодрома «Байконур» стартовал космический корабль «Восток» с первым летчиком-космонавтом Ю.А. Гагариным на борту. В этом запуске приняли участие 32 министерства и ведомства страны, 123 предприятия. Ведущими разработчиками РН и корабля были «Совет главных конструкторов» и королёвское ОКБ-1 (К.Д. Бушуев, Л.А. Воскресенский, В.П. Мишин, М.К. Тихонравов и др.). И тем не менее, несмотря на участие в проекте десятков тысяч лиц, невозможно даже представить, что все это гигантское предприятие в масштабах всей страны организовал и осуществил один человек. Недаром после смерти Королёва советская космическая программа (впрочем, как и американская) стала давать сбои. Видимо, Сергей Павлович один мог держать в голове весь комплекс задач – от замысла до воплощения, один мог заставить работать на себя всю страну, а своих сотрудников поддерживать в состоянии непреходящего творческого экстаза. «Как показало дальнейшее развитие космонавтики, равной ему по масштабу личности так и не появилось ни в России, ни в США».

Сергей Павлович успел осуществить еще семь успешных полетов пилотируемых космических кораблей. Но на воплощение всех его замыслов главному конструктору не хватило жизни. Он скончался 14 января 1966 г. Урна с прахом С.П. Королёва была установлена на Красной площади в Кремлевской стене. «У космонавтов бытует легенда: после кремации тела Королёва Гагарин и Комаров выпросили часть его праха, чтобы отправить его на межпланетной станции в спецконтейнере с гербом

Советского Союза на Луну».

Испытания сверхтяжелой ракеты-носителя Н-1, на которой Королёв планировал развивать космическую программу, в начале 1970-х гг. были свернуты.

Какой он был, Сергей Павлович? Конечно, великий. Даже в малом. Вот, например, «год 1963-й, КБ. Один из ведущих конструкторов на техническом совете, где председательствовал Королёв, подвергся дружной и резкой критике за срыв сроков работ над двигателями 2-й ступени одной из ракет. Конструктор вяло оправдывался, говорил, что двигатель “в общем готов”, работа «в принципе завершена» и т. п. Королёв, как всегда, выступал последним, подводил итоги. Все ждали бурного финала. – Расскажу вам анекдот, – неожиданно начал он. – Когда женщину в 20 хотят познакомить с мужчиной, она спрашивает: “Каков он?” В 30 лет она спрашивает: “Кто он?” В 40 – “Где он?” Мне уже за 50, и я вас спрашиваю: “Где он? Где ваш двигатель, “вообще” готовый и “в принципе” завершенный?» (Я.К. Голованов).

# Ядерный проект

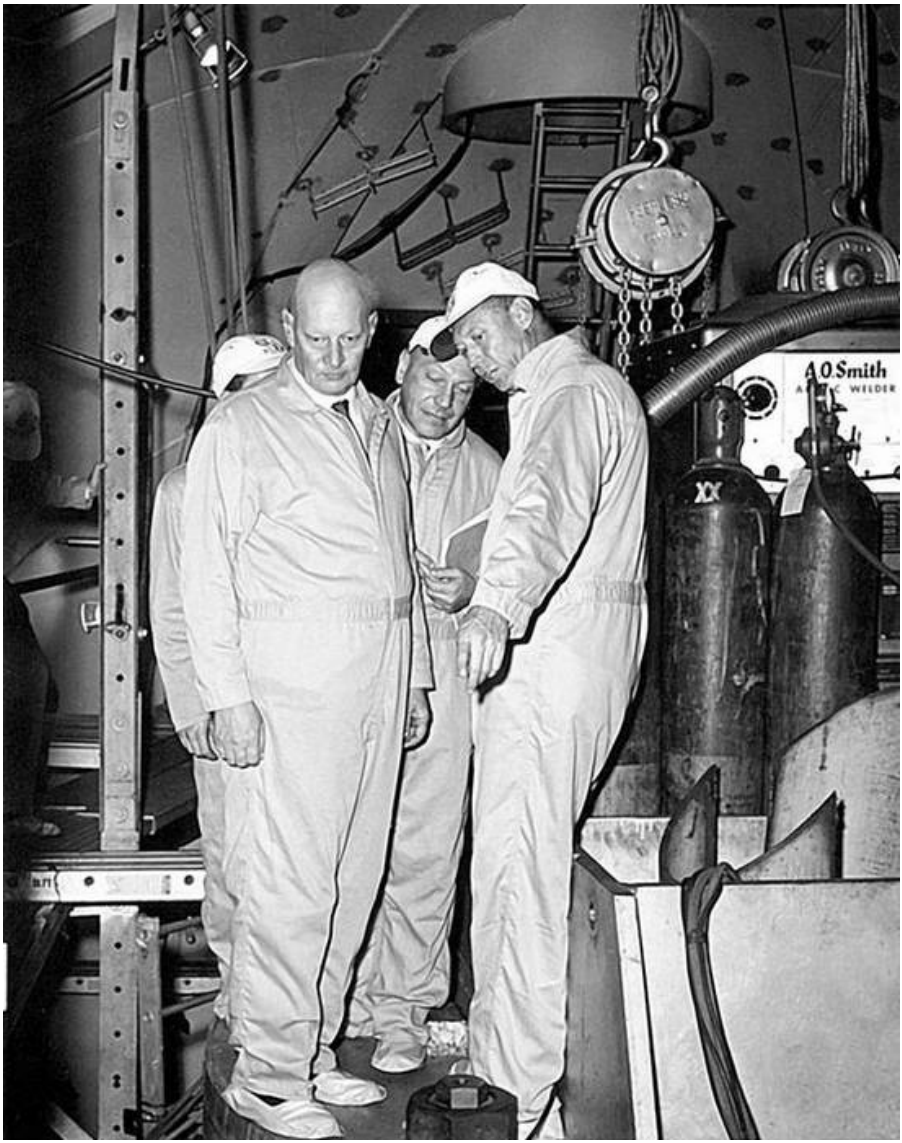
# ТРИ АТОМНЫХ ПРОЕКТА А.П. АЛЕКСАНДРОВА

*Физик, директор Института физических проблем АН СССР, Института атомной энергии им. И.В. Курчатова, руководитель Научно-технического совета по атомной энергии и ряда других научных советов, председатель Комитета по Ленинским и Государственным премиям в области науки и техники, член Госкомитета СССР по науке и технике, академик и президент АН СССР; лауреат четырех Сталинских и Ленинской премий; трижды Герой Социалистического Труда; кавалер 9 орденов Ленина, многих советских и иностранных орденов и медалей, Большой золотой медали им. М.В. Ломоносова (высшей награды Академии) и Золотой медали им. С.И. Вавилова; наставник плеяды физиков-реакторщиков – Н.С. Хлопкина, Н.Н. Пономарева-Степного, В.А. Сидоренко, С.А. Скворцова, Н.Е. Кухаркина и др., Анатолий Петрович Александров (1903–1994) является автором многих открытий, составивших гордость отечественной науки, главными из которых, безусловно, стали три атомных проекта – атомные подводные лодки, атомные ледоколы и атомные станции.*

Еще до того, как Анатолий Петрович Александров в 1975 г. стал президентом АН СССР, вся АН и весь ВПК (Военно-промышленный комплекс) знали его не просто как ученого и руководителя, возглавившего добрый десяток институтов, советов и комитетов и реализовавшего три атомных проекта, а как «небожителя» по имени «А.П», который мог решить любую проблему, не вставая из-за стола, – по звонку первым лицам государства. Но и до этих проектов у физика было немало открытий и разработок мирового уровня. Вот некоторые из них.

Исследования электрической прочности диэлектриков, решившие проблему «тонкослойной изоляции» (1937).

Методы получения морозостойкой резины из синтетических каучуков, нашедшие широкое применение в авиации и военном деле (1930-е).




*А.П. Александров на атомном объекте США*

Статистическая теория прочности, послужившая началом современной физической теории долговечности твердых тел.

Релаксационная теория физических свойств полимеров и ее экспериментальное обоснование (1933–1941), ставшая основой для ряда разделов современной науки о полимерах.

Метод защиты военных кораблей от магнитных мин (1938–1941), которой были оборудованы более 50 кораблей Черноморского флота и множество гражданских судов. Ни один корабль с этой защитой не пострадал в годы войны.

Надо сказать, что физикой диэлектриков, полимеров, полупроводников ученый занимался всю жизнь. В конце 1960-х

гг., например, он создал отечественное промышленное производство сверхпроводников.

Теперь о трех атомных проектах А.П. Их предваряла «Урановая проблема» – создание атомной бомбы. За директивой Верховного главнокомандующего И.В. Сталина последовало совершенно секретное распоряжение Государственного Комитета Обороны (ГКО) № 2352сс «Об организации работ по урану» от 28 сентября 1942 г. Уму непостижимо, как в лихую годину у страны хватило сил и средств на реализацию этого проекта! Но об атомном детище И.В. Курчатова и вообще об атомной отрасли СССР, из которой вышли девять нобелевских лауреатов, расскажем в другом очерке.

Назначенный научным руководителем уранового проекта, И.В. Курчатов привлек к работам виднейших ученых и инженеров страны, в том числе и А.П. Александрова, тотчас введенного в Научно-технический совет (НТС) по атомной энергии.

А.П., очень быстро став одной из ключевых фигур атомной отрасли, в 1946 г. был назначен директором Института физических проблем АН СССР и стал сотрудничать с Первым главным управлением (ПГУ) при Совмине, отвечающим за новую отрасль. Как ученый-физик Александров занимался разработкой промышленных реакторов и исследованиями по термодиффузионному разделению изотопов, получению дейтерия и трития. В 1956 г. А.П. стал замом Курчатова в Институте атомной энергии (ИАЭ), а в 1960 г. директором этого института.

Инициатором создания ядерных энергетических установок для атомных подводных лодок (АПЛ) и судовых энергетических установок для атомных ледоколов был Александров. Еще в 1948 г. он был готов начать заниматься АПЛ и вносил свои предложения в Спецкомитет по атомной промышленности. Но поскольку тогда все силы были брошены на создание атомной бомбы, проекту было дано добро лишь в 1952 г. Александрова назначили научным руководителем темы. АПЛ решали многие проблемы Военно-морского флота СССР: они эффективно могли противостоять лодкам противника и позволяли совершать с высокой скоростью автономные плавания (до 50 суток) без подъема на поверхность воды.

Развертывание практических работ началось с создания проектов подлодок с водо-водяным ядерным реактором, а позднее с реактором на жидкометаллическом (сплав свинца с висмутом) теплоносителе и строительства наземных стендов и прототипов этих установок. Первая АПЛ проекта «627» «Ленинский комсомол» (после модернизации «К-3») генерального конструктора В.Н. Перегудова была спущена на воду в августе

1957 г. За нею последовали АПЛ еще трех поколений: АПЛРК (проект «651», 1968), первый в мире подводный ракетоносец РПКСН «Мурена» (проект «675Б», 1977) и АПЛ многоцелевого назначения «Комсомолец» (проект «685-К-278», 1983). Боевой состав ВМФ СССР к середине 1980-х гг. насчитывал 192 атомные подводные лодки, в том числе 60 ракетных подводных крейсеров стратегического назначения, что давало повод уважительно называть нашу страну державой.

Еще одним атомным проектом Александрова стала разработка и создание судовых энергетических установок для атомных ледоколов «Ленин», «Арктика» и «Сибирь» (всего было построено 10 атомоходов), а также для военных надводных кораблей с ядерными энергетическими установками. А.П. собрал большой научный коллектив выдающихся ученых, конструкторов, инженеров – И.И. Африкантова, А.И. Брандауса, Г.А. Гладкова, Б.Я. Гнесина, В.И. Неганова, Н.С. Хлопкина, А.Н. Стефановича и др.

На момент закладки ледокол «Ленин» был первым атомным надводным кораблем и первым атомным гражданским судном. Проект атомохода был разработан в ЦКБ-15 (ныне «Айсберг») в 1953–1955 гг. (проект № 92). Главным конструктором судна был доктор технических наук В.И. Неганов, атомной установки – доктор технических наук И.И. Африкантов. Спущенный со стапелей в 1957 г., «Ленин» был предназначен для обслуживания Северного морского пути.

Параллельно Александров развивал ядерную энергетику. Под его научным руководством в Томске-7 в 1953 г. приступили к строительству двухцелевых ядерных энергетических реакторов ЭИ-2 (главный конструктор Н.А. Доллежаль) для производства оружейного плутония, а также для выработки электрической и тепловой энергии для городских нужд. Этот комплекс реакторов вошел в историю под названием Сибирской АЭС.

А.П. являлся также научным руководителем по реакторным установкам ВВЭР (корпусной реактор с водой под давлением) и ВК-50 (реактор водяной кипящий), по созданию водо-водяных реакторов единичной мощностью 400 МВт (эл.) и уран-графитовых типа РБМК мощностью 1000 МВт (эл.).

Как ученый справлялся со всеми этими огромными исследованиями и с не меньшей ответственностью, остается только удивляться. Не говоря о его талантах физика и организатора, необходимо отметить феноменальную работоспособность Анатолия Петровича. Вот как вспоминал о нем руководитель Росатома академик РАН А.Ю. Румянцев: «Александров был из того поколения ученых, которые влезали в

каждую мелочь проекта. Почему у него такой большой кабинет? Он этот кабинет использовал так: на полу расстилался общий чертеж атомной станции, например, и все ползали по этому чертежу, и положение каждой гайки Анатолий Петрович уточнял. Так было и с проектами атомных подводных лодок – все наше научное и военное руководство ползало по этим схемам».

В 1980-х гг. отечественная атомная энергетика находилась на подъеме. Сильнейшим потрясением, приостановившим ее развитие на два десятилетия, стала авария на Чернобыльской атомной станции (1986), первопричиной которой стали непрофессиональные действия персонала. Эта катастрофа стала личной трагедией Анатолия Петровича, мобилизовавшего коллектив курчатовцев на ликвидацию последствий аварии и принявшего личное участие в этой работе.

После этой аварии в адрес Александрова как ответственного за проект посыпались обвинения, поддерживаемые на уровне государственной власти, в ущербности реактора.

Когда Александров подал в отставку в знак протеста, М.С. Горбачев воспользовался его заявлением, чтобы избавиться от неугодного ученого, и счел возможным отстранить его от управления наукой, чем не только осиротил многие важнейшие ее направления, но и фактически ликвидировал их.

Похоронен Анатолий Петрович в Москве на Митинском кладбище (144 уч.), а не на Новодевичьем, как указано в некоторых энциклопедиях. Правящая верхушка России того времени не позволила воздать великому ученому государственные почести, таким путем попытавшись лишний раз очернить грандиозные заслуги советской науки перед своим народом и человечеством в целом.

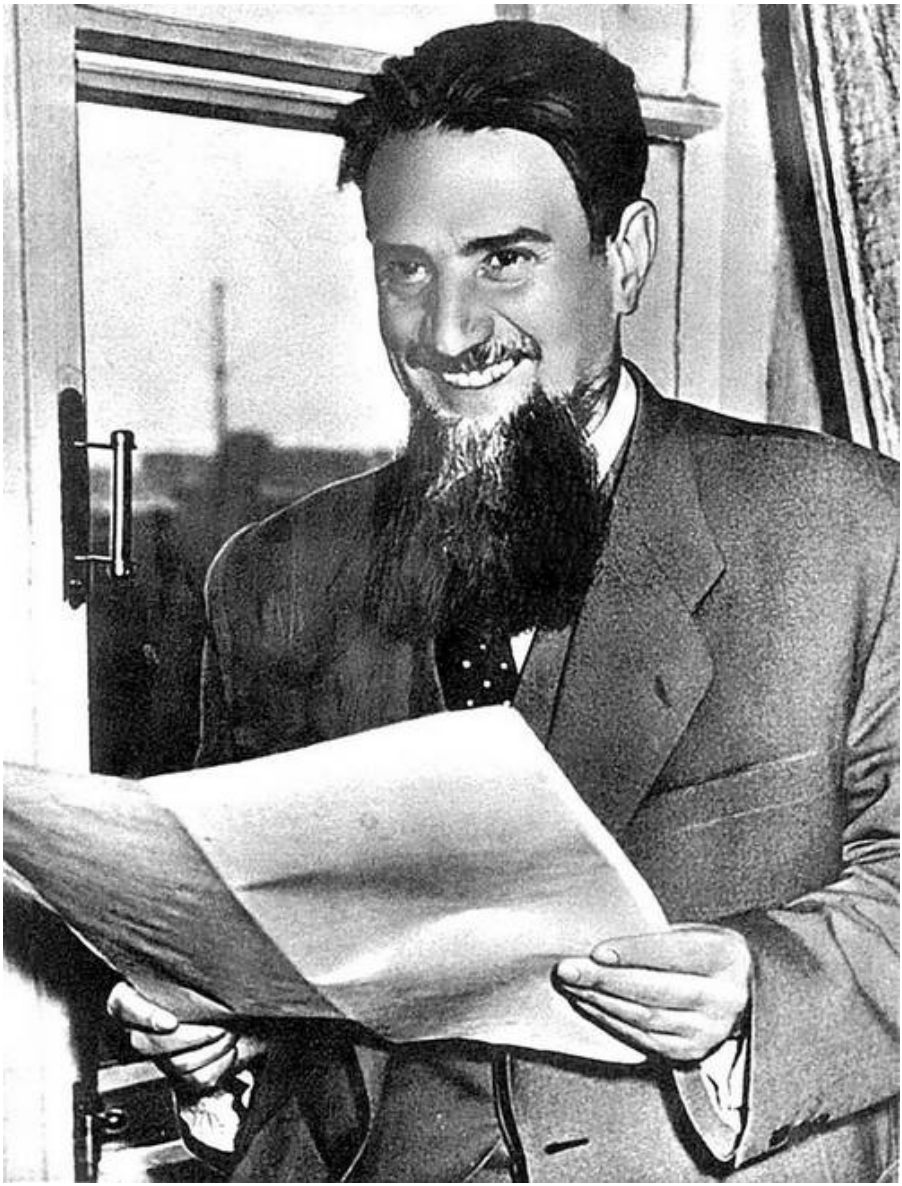
На похоронах многолетнего президента АН СССР не было ни одного представителя государственной власти. Что ж, истории такие политические игрища глубоко безразличны.

Зато сегодня россияне могут с великой гордостью утверждать, что равных проектов и научных достижений, во главе которых стоял один человек, не знала ни одна страна мира. Правда, популярная нынче книжка Гиннесса о том умалчивает.

# ЯДЕРНЫЙ ЩИТ КУРЧАТОВА

*Физик, академик, член президиума АН СССР, основатель и первый директор Института атомной энергии; член Комитета по Государственным премиям в области науки и изобретательства при Совмине СССР; депутат Верховного Совета СССР; лауреат четырех Сталинских и Ленинской премий, кавалер 5 орденов Ленина и других орденов и медалей, трижды Герой Социалистического Труда, почетный гражданин Советского Союза, Игорь Васильевич Курчатов (1903–1960) прославил свое имя научными трудами по физике твердого тела и ядерной физике, а также организацией научно-технических направлений – ядерной техники и ядерной энергетики. Величайшими научными достижениями России, созданными под научным руководством Курчатова, стали: первый в Европе ядерный реактор, первая в мире атомная электростанция и ядерный щит (атомная и водородная бомбы), спасший нашу страну от военной агрессии Запада во второй половине XX в.*

Прошло всего четыре года со дня окончания Второй мировой войны, а мир уже готов был погрузиться в пучину третьей – уже ядерной. Идеологическое противостояние СССР и Запада достигло такого накала, что возможность применения ядерного оружия США против нашей страны воспринимали как неизбежность. Еще бы – Штаты в 1945 г. сбросили атомные бомбы на Хиросиму и Нагасаки; в 1946 г. в Фултоне Советскому Союзу была объявлена холодная война; американский президент Г. Трумэн утвердил разработанный Комитетом начальников штабов ВС США план «Бройлер» (1947), а затем «Дробшот» (1949), предусматривавший 300 ядерных ударов по 200 городам на территории СССР. Кто его знает, сколько времени оставалось до команды «пуск»…



*И.В. Курчатов*

Но именно в это время, в августе 1949 г., Советский Союз испытал свою атомную бомбу, чем сразу же ликвидировал монополию США на ядерное оружие и охладил их воинственный пыл. Против ядерного щита на рожон не попрешь. Как же ковался он? Надо сразу признать, что без почетного гражданина Советского Союза Игоря Васильевича Курчатова этот щит если и был бы создан, то намного позднее.

Разработка научных и научно-технических проблем овладения ядерной энергией была главным делом жизни Курчатова. Но еще до того, как ученый возглавил атомный проект

СССР, он уже был автором нескольких открытий – как правило, коллективных.

Курчатов заложил основы физики сегнетоэлектриков (1933).

При облучении фосфора нейтронами обнаружил разветвление ядерной реакции, а при облучении брома нейтронами открыл явление ядерной изомерии искусственно радиоактивных ядер (1935).

Участвовал в разработке и руководил строительством циклотронов, в том числе первого в СССР (1937).

Изучая рассеяние и поглощение нейтронов в различных средах, Курчатов выявил резонансные явления при поглощении нейтронов, а также обнаружил селективное поглощение нейтронов (1935–1940), что позволило в дальнейшем эффективно использовать энергию ядра в технических устройствах.

Руководя работами, связанными с делением тяжелых ядер, Игорь Васильевич вместе с Г.Н. Флеровым и К.А. Петржаком открыл явление самопроизвольного распада ядер урана и доказал возможность цепной ядерной реакции в системе с ураном и тяжелой водой (1938–1940).

Выдвинув задачу создания уранового ядерного реактора как пути к практическому использованию ядерной энергии (1940), Курчатов разработал план работ по использованию атомной энергии и проект ядерного реактора.

Довоенные труды Курчатова дали основание председателю ГКО И.В. Сталину назначить 39-летнего ученого главой решения ядерной проблемы. Имея данные советской разведки о работах над атомной бомбой в Германии, США, Великобритании и Японии, Сталин подписал в 1942 г. распоряжение о возобновлении приостановленных в начале войны исследований по урановой тематике.

Курчатова отозвали с фронта, где он занимался защитой кораблей ВМФ от магнитных мин, и назначили руководителем исследовательской группы, в которую вошли еще А.И. Алиханов и И.К. Кикоин.

В 1943 г. была организована Лаборатория измерительных приборов № 2 АН СССР (ЛИПАН) под руководством Курчатова. Игорь Васильевич получил звание академика и неограниченные полномочия. «Это наше счастье, – вспоминал А.П. Александров, – что в нем воплотились тогда и компетентность, и ответственность, и власть». Взвалив на свои плечи громадный груз ответственности, Курчатов справился с ним, хотя «буквально сжег себя без остатка во спасение своей страны, своего народа».

Была выработана программа научных исследований и новых технологий получения делящихся материалов, налажена работа

конструкторских организаций, начато строительство урановых рудников и промышленных предприятий. За 6 лет с нуля была создана атомная промышленность и изготовлено атомное оружие.

Первым этапом работ над атомным проектом было создание ядерного реактора (был выбран уран-графитовый вариант) и осуществление цепной регулируемой реакции деления урана. По мере достижения цели было совершено немало открытий и изобретений, тут же внедренных в производство.

Первые эксперименты ставились в брезентовых палатках на картофельном поле в пригороде Москвы – там размещалась Лаборатория № 2. Такие же лаборатории были созданы в Ленинграде и Харькове.

Наша атомная бомба не копировала американскую (хотя русские ученые имели данные разведки о ее конструкции), а была построена на принципиально иной основе, дававшей лучшее сжатие и, следовательно, лучший КПД.

Для первой бомбы был выбран плутониевый заряд. Дублирующим направлением – разделением изотопов урана тремя способами в ЛИПАНе занимались И.К. Кикоин и Л.А. Арцимович, в Институте физических проблем АН СССР – А.П. Александров.

Курчатов организовал производство графита, металлического урана, разработал технологии выделения плутония из облученного урана и перевода его в металлическую форму. Такого мощного научного коллектива, какой создал тогда Борода (так называли Игоря Васильевича коллеги), не знал мир. А.И. Алиханов, А.П. Александров, Л.А. Арцимович, Н.Н. Семенов, В.Г. Хлопин, А.П. Виноградов, А.А. Бочвар, М.В. Келдыш, Л.Д. Ландау, С.Л. Соболев, Ю.Б. Харитон, Я.Б. Зельдович, И.К. Кикоин, И.С. Панасюк, Г.Н. Флёров, А.И. Лейпунский, Н.А. Доллежаль и другие стали потом академиками и нобелевскими лауреатами.

Руководил всеми работами по использованию атомной энергии Специальный комитет под председательством Л.П. Берии, куда входили Б.Л. Ванников, А.П. Завенягин, И.В. Курчатов, П.Л. Капица и др. ученые и хозяйственники.

Не прошло и трех лет, как в 1946 г. на территории ЛИПАНа был создан экспериментальный ядерный реактор Ф-1, как его тогда называли – «атомный котел». Сам реактор был построен всего за 4 месяца. Вскоре был получен лабораторный и промышленный плутоний-239.

Затем было построено еще 10 промышленных ядерных реакторов, первым из которых стал пущенный в 1948 г. на Урале на «Базе-10», или «предприятии Е.П. Славского» (ныне ПО «Маяк»

Росатома), реактор-наработчик плутония А-1 («Аннушка»). Был запущен первый в стране плутониевый завод.

В филиалах ЛИПАНа – в КБ-11, руководимом Ю.Б. Харитоном, в городке Сарове (Арзамас-16, ныне Федеральный ядерный центр), в ГТЛ – Гидротехнической лаборатории в Дубне, руководимой Г.Н. Флеровым, и РТЛ – Радиотехнической лаборатории в Москве во главе с А.Л. Минцем за рекордно короткий срок была создана первая плутониевая бомба. 29 августа 1949 г. она была испытана на Семипалатинском полигоне. Энерговыделение этого боеприпаса составило 22 кт в тротиловом эквиваленте. Вопреки прогнозам американских специалистов, которые отвели русским на создание бомбы «не менее десяти лет», она была создана за 4 года. У СССР появился ядерный щит. Серийное производство ядерных боеприпасов началось в 1951 г.

В процессе разработки атомной бомбы обнаружилась принципиальная возможность осуществления взрывного синтеза легких элементов, получившего названия водородной (термоядерной) бомбы. Работы по овладению этим оружием уже велись в США. Курчатову поручили создать такую же бомбу у нас.

12 августа 1953 г. СССР объявил о проведенном испытании своей водородной бомбы. Это была первая в мире транспортабельная водородная бомба. В ее создании участвовали И.Е. Тамм, В.Л. Гинзбург, А.Д. Сахаров, Я.Б. Зельдович и другие выдающиеся физики.

Позже курчатовский коллектив разработал термоядерную бомбу РДС-202 («Царь-бомба») мощностью 52 000 кт.

Все конструктивные разработки и научные достижения, полученные в процессе создания ядерного щита Родины, легли в основу решения задач по мирному использованию атомной энергии – в строительстве АЭС, атомных ледоколов и т. д.

Сегодня, как и 50 лет назад, «ядерное оружие… не предназначено для силового диктата, а призвано исключить силовой диктат по отношению к России. Ядерное оружие России – это оружие мира, существующее в интересах мира» (генерал-полковник Л.Г. Ивашов).

Пример. По официально опубликованным в 2011 г. Вашингтоном материалам, в 2008 г. в связи с грузино-абхазско-осетинским конфликтом американские власти изучали вопрос о возможности нанесения атомного удара по территории России, но были вынуждены отказаться от этих планов в связи с опасностью нанесения ответного удара.

# Техника, оружие

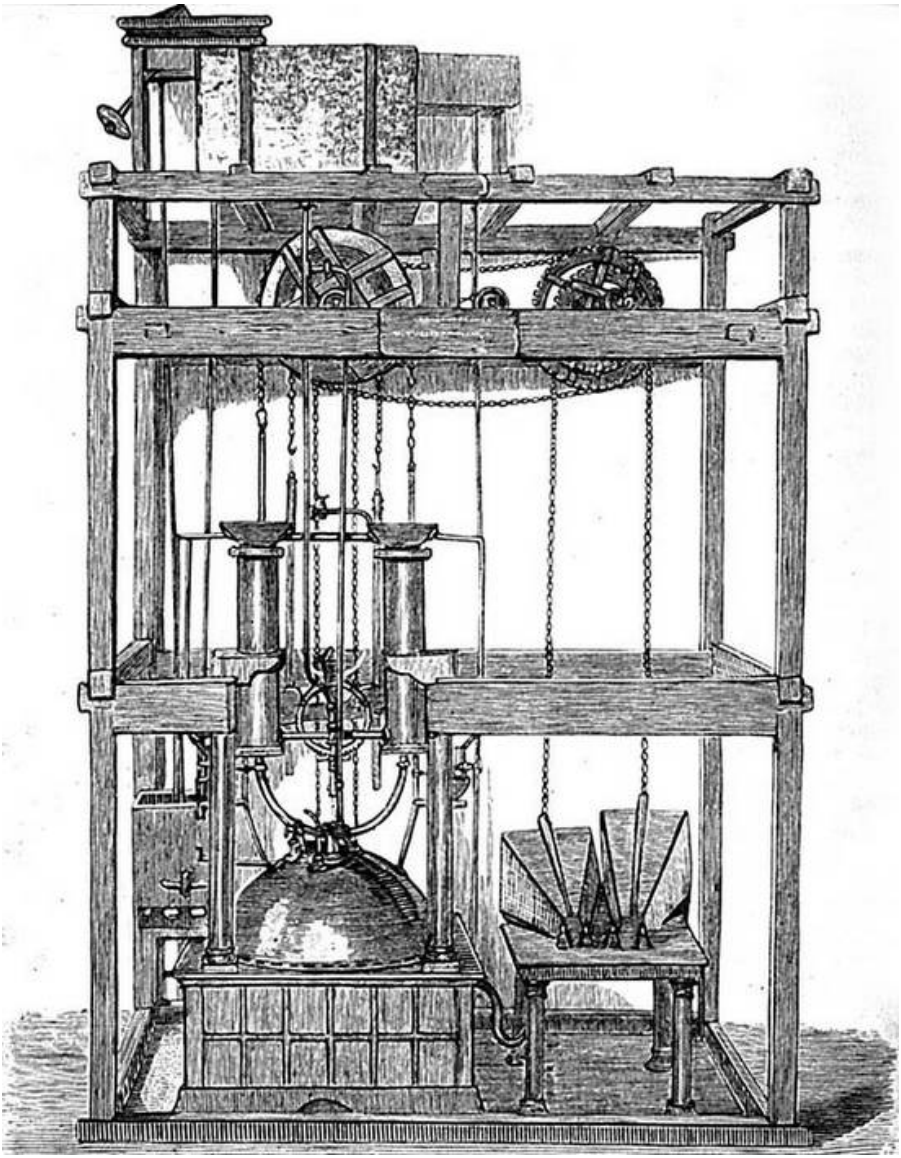
# «ОГНЕННАЯ МАШИНА» ПОЛЗУНОВА

*Механик, конструктор, строитель, изобретатель; шихтмейстер (горный чиновник XIV класса Табели о рангах, наблюдающий за шахтами) Колывано-Воскресенских заводов (Алтай), командир Чарышской флотилии, комиссар (заместитель управляющего по хозяйственной части) Колыванского завода, единственный в российской истории «механик в чине инженерного капитана-поручика» (звание учреждено специально для Ползунова Екатериной II), Иван Иванович Ползунов (1728–1766) прославился многими усовершенствованиями, облегчавшими труд рабочих, в частности, «пильной мельницей» – лесопилкой, приводимой в движение водой. Выдающимся научным достижением пионера русской теплотехники стала впервые сформулированная им идея создания универсального теплового двигателя (1763), а также строительство по собственным чертежам первой паровой машины – «плавиленной фабрики» (1764–1766).*

Живи Д. Уатт в России, а И. Ползунов в Англии, началом промышленной эры в мире считался бы не 1784, а 1766 г., Ползунов получил бы патент, а Уатт сгинул вместе со своей машиной в вечности, не оставив потомкам даже своего портрета. Вот только Россия и в этом раскладе осталась бы все равно ни с чем. Хорошо еще, что сохранились документы и свидетельства очевидцев одного из первых русских изобретений мирового уровня, которые могут как-то утешить нашу историческую гордость.

Судьба Ползунова сложилась и счастливо, и трагически. Солдатский сын своими трудами выбился в люди, стал «вашим благородием», был замечен императрицей; успел в 38 лет стать первостатейным ученым и изобретателем, создать и построить грандиозную для тех лет паровую машину, но не успел испытать ее и запустить в серию.

Но обо всем по порядку.



*Модель паровой установки И.И. Ползунова*

В 1761 г. на Барнаульский завод, при котором находилась канцелярия Колывано-Воскресенских заводов (бывших Демидовских), прямо подчинявшаяся «Кабинету ее величества», приехал новый начальник заводов, горный специалист, организатор и руководитель горнозаводского производства на Алтае А.И. Порошин. С собою генерал-майор привез, как сейчас сказали бы, пакет модернизационных мер, одобренных Екатериной II. Естественно, «для улучшения заводов» Порошину понадобились хорошие специалисты.

Нашлись такие. Среди них своим образованием (полученным большей частью за счет самообразования) и несомненным

инженерным талантом выделялся шихтмейстер Иван Иванович Ползунов, горнорудный специалист широкого профиля. В свои 33 года он уже отличился в проектировании дорог и строительстве переправ, пристаней, крепостей; проектировании и переоборудовании медеплавильного и иных заводов; при отладке технологии стекольного завода; на строительстве лесопилки и золотопромывальной фабрики; в руководстве рудовозной флотилией и даже какое-то время в управлении Колыванским заводом и прилегающим к нему округом.

Схема одноцилиндрового паро-атмосферного двигателя английского изобретателя Т. Ньюкомена подвигла Ползунова на собственное творчество. Загоревшись идеей сконструировать некое подобие этого парового насоса, и тем самым «преодолеть рабскую зависимость горнозаводского производства от водяного колеса» (заводы вынуждены были ставить на реках, как правило, вдали от горнорудных шахт), инженер разработал собственный проект «огненной машины» и положил на стол Порошину в 1763 г. чертежи и пояснительную записку. При этом Ползунов преследовал еще одну цель: облегчить каторжный труд заводских рабочих.

Генерал рассмотрел пионерный проект паро-атмосферной двухцилиндровой машины, дал ему добро и отправил в столицу на высочайшее утверждение. Помимо «огненной машины», работавшей по принципу сдвоенного паро-атмосферного цикла, установка включала еще котел. Машину предполагалось заключить в специально построенный трехэтажный сарай. Как ученый Ползунов впервые сформулировал зависимость оптимальной работы двигателя от температуры воды, конденсирующей пар. «Действие эмволов (поршней) и их подъемы и спуски тем сделаются выше, чем в фанталах (фонтанах) будет вода холоднее, а паче от такой, которая близ пункта замерзания доходит, а еще не сгустеет и от того во всем движении многую подаст способность». Сие определение есть один из законов термодинамики, высказанный русским ученым чуть ли не за век до формирования этой науки.

Двигатель предназначался «для подачи воздуха в плавильные печи к воздуходувным мехам и для приведения в действие поршней водяных насосов, подающих воду в верхний бассейн для питания фонтанов внутри цилиндров в момент конденсации пара». Дополнительно двигатель мог приводить в действие рудодробилки и другие механизмы, а также совершать вращательные движения с помощью кривошипного механизма.

Ответ из Петербурга пришел через год. «Механикусу» Ползунову был пожалован чин капитана-поручика и награда в

400 руб. (которой лауреат так и не дождался), а дальнейшую судьбу перекладывал на решение местных властей. Ползунов тем временем за год разработал проект второй очереди: конструировал теплосиловую станцию на 15 плавильных печей, и Порошин дал команду – строить на Барнаульском заводе первую в мире универсальную теплосиловую установку, требующую громадных затрат, соизмеримых со строительством нового завода. Руководить строительством мог лишь один Ползунов, технически грамотных помощников у него не было. Вместо 76 положенных по штату работников, в том числе 19 мастеров, инженеру «от щедрот» дали четырех учеников, двух отставных мастеровых да четырех солдат-охранников. Через какое-то время дали еще несколько крестьян. Не было станков, инструментов, не хватало металла и материалов. Не сделали обещанный по кооперации семисотведерный литой котел, и его пришлось делать самому конструктору, вынужденно тонкостенным. Пришлось выкручиваться, для экономии средств и ускорения работы совершенствовать установку, что в другое время и в другом месте обернулось бы не одним патентом. Надо ли говорить, что, занимаясь всем на свете, днюя и ночуя на строительстве, сутками на ледяной стуже, Иван Иванович подорвал свое здоровье, подхватил скоротечную чахотку и за неделю до назначенных испытаний скончался в возрасте 38 лет.

23 мая (5 июня) 1766 г. 11-метровую машину мощностью в 40 л. с., впервые целиком построенную из металла, испытали юные ученики Ползунова Дмитрий Левзин и Иван Черницын. После пяти успешных испытаний добрым словом помянули великого изобретателя, не допустившего ни одного слабого места в установке, и 7 августа запустили машину в эксплуатацию.

Машина проработала не на полную мощность 43 дня, после чего дал течь котел. Казалось бы, отремонтируй и продолжай дальше! Тем более, что только за полтора месяца чистая прибыль составила 11 016 рублей 10,25 копейки, на которую можно было построить еще полторы такие машины или полтора горнорудных завода.

Увы, без Ползунова некому было продвигать его детище. Да и дармовых рабочих рук хватало. Пятнадцать с половиной лет «огненная машина» ржавела, после чего по указу властей ее разломали.

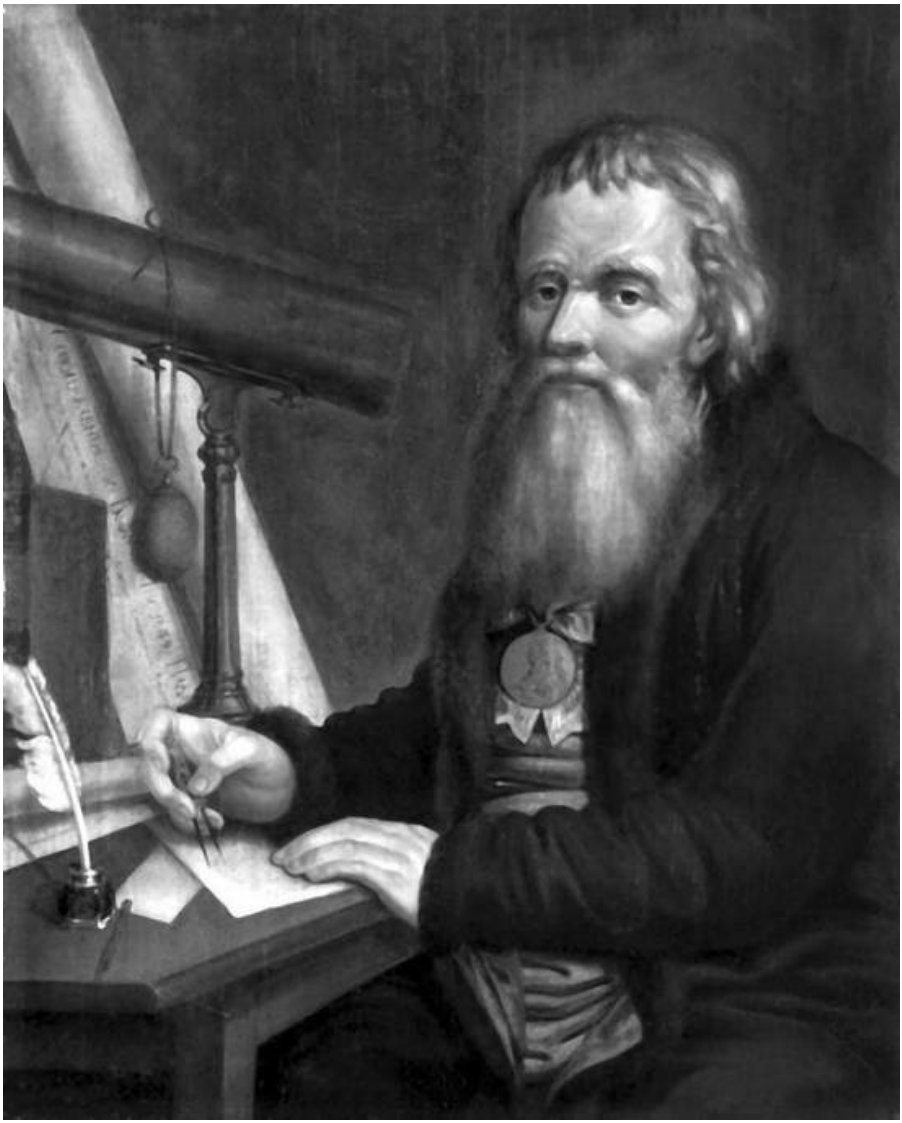
Чертежей и пояснительной записки Ползунова не осталось. Так же как и могилы гениального изобретателя.

В 1784 г. Д. Уатт получил патент на аналогичный ползуновскому универсальный тепловой двигатель, с которого и принято ныне отсчитывать промышленную эру.

# ПРИБОРЫ, МЕХАНИЗМЫ, СООРУЖЕНИЯ КУЛИБИНА

*Нижегородский посадский, механик, инженер, конструктор, изобретатель, художник, поэт, скульптор, композитор; заведующий механической мастерской Петербургской АН; кавалер Золотой медали императрицы Екатерины II на Андреевской ленте, Иван Петрович Кулибин (1735–1818) является создателем многих приборов, механизмов и сооружений, опередивших век. Кулибин – родоначальник приборостроения в России.*

Кулибин, являвший собой редкое сочетание разнообразных талантов, создал немало замечательных приборов, механизмов, сооружений, которыми гордится наша наука, техника, искусство. Недаром высокообразованные современники Кулибина сравнивали русского уникума с Л. да Винчи, хотя и называли «механиком-самоучкой». К их словам стоит добавить: уровня Дж. Уатта, М. Фарадея, Дж. Стефенсона, Б. Франклина – точно таких же механиков-самоучек, не имевших даже школьного образования. Можно заметить еще, что механика Л. Эйлера и механика Кулибина – всего лишь две стороны одной и той же науки, в первом случае выраженной в математических символах, а во втором – воплощенной в металле, дереве и стекле. И тут никуда не уйдешь от дефиниции: «Практика – критерий истины». Истина же в том, что «сотворения премудростей диковинных» Кулибина стали не просто музейными экспонатами или историческими описаниями, а великими научными достижениями России эпохи, когда отечественная наука только-только создавалась. Общаясь с лучшими учеными того времени – Л. Эйлером, С.К. Котельниковым, Н.И. Фуссом, В.Л. Крафтом, С.Я. Румовским и др., Кулибин получал от них консультации и необходимые книги и делал свое дело на уровне современной ему науки.



*И.П. Кулибин. Неизвестный художник*

С главным механикусом Отечества судьба сыграла злую шутку, которую она вообще любит играть с российскими самородками. Большинство изобретений Кулибина, поданных им на рассмотрение двора и Академии наук в виде чертежей, моделей или натюрель, были с восторгом приняты, но почти все оказались в архивах, Кунсткамере, а некоторые и вовсе пропали без следа. Приборы и механизмы, которые могли принести России пользу, выгоду и славу, правительство предпочло «не замечать», и спустя несколько десятилетий закупать на Западе часто уступавшие кулибинским аналоги европейцев.

Первый же механик империи к концу жизни стал нищим; на устройство его похорон продали со стены часы. А ведь заслуга

Кулибина перед Отечеством даже помимо всех его изобретений была огромнейшая. 30 лет Иван Петрович заведовал «инструментальной, токарной, слесарной, барометренной палатами», обеспечивавшими Академию наук, российские университеты и научные общества разнообразнейшими станками, астрономическими, физическими и навигационными приборами и инструментами. Историки науки отмечали, что «Кулибин фактически был министром приборостроения, инструментальной отрасли, метрологии» и стал одним из основателей приборостроительной промышленности в нашей стране. Ко всем научным приборам и изделиям – электрическим машинам, телескопам, микроскопам, весам, барометрам и т. д. Кулибин составлял подробные инструкции и научные описания, коими пользовались и лаборанты, и академики.

Не станем перечислять все «преждевременные» научно-технические шедевры Кулибина. Упомянем лишь, что механик создал серию часов, которые считаются непревзойденными, с оптикой он творил чудеса непостижимые и не достижимые больше никем по тогдашнему уровню развития техники.

Из самых известных изобретений Ивана Петровича назовем лишь несколько. Материальному воплощению каждого из них предшествовали годы инженерно-конструкторских и экономических расчетов, изготовления чертежей, моделей, испытаний. Изобретатель к каждому своему детищу подходил с тщанием и любовью. Одних только чертежей, исполненных конструктором, сохранилось ныне свыше 2000!

Итак, по абзацу-другому на 5 изобретений Кулибина – ножные протезы, арочный мост, оптический телеграф, «самобеглую коляску», «водоходное судно».

«Описание, каким образом для офицеров, рядовых солдат и другого звания людей, лишившихся на войне и по другим причинам природных ног, делать вместо безобразных деревянок и подпазушных костылей искусством механики произведенные и скрытно привязанные ноги в виде натуральных» – таково название «механической ноги» для семнадцатилетнего офицера С.В. Непейцина, потерявшего ногу под Очаковом. Военные хирурги признали изобретение Кулибина самым совершенным из всех тогда существовавших.

Благодаря протезу будущий герой войны 1812 г. «обувался в шелковые чулки, башмаки и сапоги, ибо у приделанной ноги плюсня должна быть для обуви разгибная, с пружиною на шарнире, чтобы, обуваясь при надевании чулка, могла разгибаться подобно натуральной», и в конце концов начал ходить. Эта «нога» стала основой современного протезирования.

Будучи крупнейшим мостостроителем своего времени, Кулибин при расчете деревянного одноарочного моста через Неву с пролетом 298 м впервые в мире применил теорию т. н. многоугольника, которая потом вошла во все курсы теоретической механики. четырнадцатисаженную, в 1/10 натуральной величины «модель такого моста, который бы состоял из одной дуги или свода без свай и утвержден бы был концами своими только на берегах реки», Кулибин в 1776 г. успешно испытал в присутствии специальной академической комиссии. Проект неразводного моста получил высокую оценку, поскольку позволял заходить в порт громадным судам. Это был первый случай моделирования мостовых конструкций. Мост, по признанию специалистов, остался непревзойденным образцом деревянного мостостроения.

Выдающийся мостостроитель Д.И. Журавский об этой модели сказал, что «на ней печать гения; она построена на системе, признаваемой новейшею наукою самою рациональною; мост поддерживает арка, изгиб ее предупреждает раскосная система, которая, по неизвестности того, что делается в России, называется американскою». Увы, мост не был построен, а модель сгнила в Потемкинском саду.

В 1779 г. Кулибин сконструировал первый семафорный телеграф – прототип современного прожектора. Фонарь-прожектор представлял собой вогнутый круг из зеркальных кусочков, в котором отражаемый свет усиливался от слабого источника в несколько сот раз. Такими фонарями при Екатерине II освещались дворцовые парки и главная улица северной столицы – Невский проспект. Кулибин разработал также секретный код для передач. Портовому городу это изобретение было как нельзя более кстати, но с кончиной Екатерины II оно было «забыто». Лет через тридцать во Франции купили менее совершенный телеграф за 120 тыс. рублей.

Трехколесная самокатка с ножным приводом, продемонстрированная Кулибиным в 1791 г., развивавшая скорость до 15 км/ч, привела публику в восторг. Маховое колесо, тормозное устройство, коробка скоростей, рулевой привод, подшипники скольжения – через сто лет легли в основу ходовой части автомобиля К. Бенца. Что стало с «самобеглой коляской» – неизвестно. Говорят, ее уничтожил сам автор.

Гениальным по замыслу стало «водоходное судно» изобретателя. Устроив на носу посудины поперечный вал, на который были насажены два колеса с лопастями, и соединив его зубчатой передачей с другим параллельным ему валом с муфтами-катушками, к которому крепились канаты с двумя

якорями, Кулибин создал первую «самоходку» в мире. Самоходку, бегущую без весел и паруса против течения за счет встречного потока воды! Дело в том, что по ходу судна бросался якорь, течение закручивало водные колеса, а на муфты вала наматывался канат, прикрепленный к якорю. Когда канат выбирался, второй якорь на лодке завозился вперед. Трудно переоценить это изобретение в век бурлачества, когда тысячи бурлаков беспросветно тянули свою лямку.

Впервые самоходка была испытана в 1782 г. С грузом песка в 4000 пудов, комиссией из адмиралов и генералов, под управлением изобретателя судно обогнало двухвесельный ялик. Екатерина была в очередной раз поражена, комиссия одобрила детище механикуса. За 20 с лишним лет Кулибин создал еще несколько более совершенных моделей, успешно испытал их, но никто не пожелал связываться с этим новшеством. Зачем? Бурлаков хватало.

При Александре I в 1807 г. проект Кулибина был окончательно отклонен, а самоходку продали на дрова за 200 рублей. Идея, правда, была использована. Через полвека в России создали т. н. туерную систему, когда паровое судно (туер) двигалось вверх по течению, выбирая цепь, уложенную на дне реки.

В основу строительства знаменитого пекинского стадиона «Птичье гнездо», сооруженного для Олимпийских игр 2008 г., положены идеи, высказанные в свое время Кулибиным.

# СУХОПУТНЫЙ «ПАРОХОД» ЧЕРЕПАНОВЫХ

*Промышленные инженеры, механики, изобретатели; главные механики всех нижнетагильских заводов (Урал); выходцы из крепостных Демидовых, Ефим Алексеевич (1774–1842) и его сын Мирон Ефимович (1803–1849) Черепановы, прославились строительством машиностроительных заводов, конструированием и созданием разнообразных станков, усовершенствованием механизмов, использовавшихся в металлургии, добыче золота, железа и меди, в модернизации лесопилок и мукомольных мельниц. Выдающимся научно-техническим достижением изобретателей стали паровые машины и первые российские паровозы – «пароходы» Черепановых.*

Находясь под впечатлением от железных дорог Европы и паровоза Стефенсона, император Николай I стал инициатором строительства первой железной дороги в России. В 1837 г. состоялось торжественное открытие движения на участке Санкт-Петербург – Царское Село Царскосельской железной дороги.

Поезд состоял из паровоза «Проворный», закупленного в Англии, и восьми английских же повозок-вагонов. За границей были приобретены и рельсы, стрелочные переводы, крепления. Руководителем строительства и машинистом поезда был австрийский инженер Ф.А. Герстнер.

Собравшихся участников церемонии, включая царя, переполняли гордость и восхищение при виде огнедышащего «парохода», изготовленного и управляемого руками иностранцев. Обуревала ли кого печаль по поводу того, что все это могло быть нашим, российским, но почему-то не было, – почем знать. Если верить Лесковскому «Левше» – вряд ли.

У нас же, где ни копни, всюду свой левша, который ни в чем не уступит «аглицкому». Будь он ранга Ломоносова, будь он ранга Ползунова – все едино. Так и в железной дороге мы могли бы похвастать своими заслугами хотя бы перед императором, вот только хвастать было некому – царь был в столице, а изобретатели – на Урале.

Дело в том, что пространства российские и дела хозяйственные настоятельно требовали прокладки железных дорог. В 1778 г. на Александровском пушечном заводе была построена первая чугунная дорога, в 1806 г. – дорога от Змеиногорского рудника до Корбалихинского сереброплавильного завода на Алтае. По этим дорогам конями

тягали повозки с рудой.

Что касается паровых машин, которые являлись важнейшей частью паровоза, первая в мире была построена И.И. Ползуновым в 1766 г. На Урале в 1799 г. была пущена паровая машина на Гумешевском руднике Турчанинова. Вслед за ней еще несколько на Юговском, Златоустовском и Верхне-Исетском заводах.

За 3 года до Царскосельской, в 1834 г., была сдана в эксплуатацию первая русская рельсовая дорога с паровой тягой на Нижнетагильском металлургическом заводе Демидовых, строителями которой были отец и сын Черепановы. Отец, Ефим Алексеевич, в 1833 г. за великие заслуги в изобретательстве получил от господ вольную, сын, Мирон Ефимович, крепостной Демидовых, получил вольную только в 1836 г. К слову сказать, эти вольные вовсе не означали для главных механиков девяти демидовских заводов свободу. Черепановы всю свою жизнь были привязаны вместе со своими семьями и скарбом к господам и обязаны были преданно служить им. И Черепановы на совесть, а еще по письменному «обязательству на службу господам-доверителям» делали это.

*Памятник Ефиму и Мирону Черепановым в Нижнем Тагиле. Скульптор А. Кондратьев*

Отец и сын возвели несколько заводских плотин, машиностроительных заводов, оснастив их комплексом металлорежущих станков собственной конструкции; усовершенствовали оборудование медеплавильного, золотодобывающего, доменного, железоделательного, лесопильного, мукомольного производств; создали несколько воздуходувных установок и прокатных станов; соорудили 20 паровых машин (первую в 1824 г.) мощностью от 2 до 60 л. с.;

построили чугунные железные дороги.

Побывав в Петербурге, в Швеции и Англии, изобретатели «нахватались» технических новшеств, преломив которые через собственное восприятие нужд производства, создали свои технические творения.

В частности, в 1833 г. Мирон Черепанов был командирован в Англию для изучения «выделки полосного железа посредством катальных валов, томление и плавку стали на тамошний манер». Там он изучил и устройство железных дорог, паровых машин, пароходов и паровозов. Все это пригодилось ему с отцом при создании «паровой телеги», в конструкции которой были осуществлены самые передовые технические идеи.

Изобретатели подогнали размеры парового котла с машиной к габаритам железной телеги; облегчили вес конструкции, не снижая ее прочности, расположили цилиндры паровой машины горизонтально; создали устройство реверса, позволявшее менять направление движения паровоза без разворота.

Главное, что сделали Черепановы, – существенно подняли паропроизводительность котла. Гениальная догадка изобретателей заключалась в том, что они увязали мощь машины с количеством выработанного пара. Решив, что парообразование можно повысить только за счет увеличения поверхности нагрева, Черепановы довели число дымогарных трубок в котле до восьмидесяти (против двадцати на паровозе Стефенсона).

«Запас горючего материала, состоящего из древесного угля и потребной на действие воды, следует за пароходом в особом фургоне, за которым далее прикреплена приличная повозка для всякой поклажи или для пассажиров, в числе 40 человек».

Чугунная рельсовая 853,5-метровая дорога (Тагильская железная дорога) была проложена от Выйского плавильного завода до Медного рудника. Рельсы, тогда называвшиеся «колесопроводами», были изготовлены на Нижнетагильском заводе. В 1834 г. паровоз мощностью в 20 л. с. перевозил 3,5 т грузов со скоростью 15 км/ч.

Модернизировав первый паровоз, Черепановы построили второй, более мощный – в 40 л. с., на котором в 1835 г. смогли перевозить уже до 17 т грузов со скоростью 16,4 км/ч.

Изобретение русских механиков сделало нашу страну второй в мире после Англии обладательницей отечественных локомотивов, и четвертой после Англии, США и Франции, в которой были построены железные дороги с паровой тягой.

Информация об изобретении Черепановых появилась в «Горном журнале» за 1835 г. – «Известие о сухопутном пароходе, устроенном в Уральских заводах в 1833 году» и «Известие о

другом сухопутном пароходе, устроенном в Уральских заводах в 1835 году». Следующее сообщение о выдающемся достижении русских изобретателей появилось в печати только в… 1902 г.! В нем было отмечено, что первый русский паровоз «по своей конструкции стоял выше общего уровня тогдашней паровой техники; железная же дорога… несомненно превосходила английские железные дороги, над совершенствованием которых так долго бились Стефенсон и его предшественники».

О паровозе Черепановых, который первоначально предназначался для перевозки медной руды от места ее добычи до Выйского завода – это 3 версты, забыли. Забыли, как его и не было, в первую очередь потому, что самим Демидовым он был не нужен. И без него хватало рабочих рук для приращения богатства, и вполне справлялась конная тяга. Во всяком случае, на выставке в Тагиле, устроенной для прославления Демидовских заводов, детище Черепановых так и не побывало. Хотя оно было и не так громоздко, вполне могло войти в обычный ящик – «самый пароход состоит из цилиндрического котла длиною 5 1/2 фута (1676 мм), диаметром 3 фута (914 мм) и из двух паровых лежачих цилиндров длиной 9 дюймов (229 мм), в диаметре 7 дюймов (178 мм)».

Как это случилось не в первый раз в российской истории, изобретение Черепановых оказалось преждевременным и потому невостребованным. Заводчикам было выгоднее эксплуатировать крепостных, чем тратиться на «инновации и модернизации», и не была еще создана в рамках страны промышленно-транспортная инфраструктура, в которую могла бы экономично вписаться железная дорога со своими необходимыми издержками.

Необходимость железных дорог для поступательного экономического развития страны на государственном уровне была осознана позднее, при строительстве Транссиба.

Чертежи первого паровоза Черепановых частично сохранились, так же как и действующая модель паровоза, сделанная изобретателями в 1837 г. для промышленной выставки в Петербурге. Описание второго паровоза утеряно.

Сегодня точные копии черепановского паровоза и трех вагонов выставлены для обозрения около Высокогорского рудника.

# РУССКИЙ БУЛАТ АНОСОВА

*Горный инженер, ученый-металлург; член-корреспондент Казанского университета, почетный член Харьковского университета; организатор горнозаводской промышленности; исследователь природы Южного Урала; горный начальник и одновременно директор Оружейной фабрики, руководитель Златоустовского завода и Златоустовского горного округа, главный начальник Алтайских заводов и гражданский губернатор Томска; генерал-майор; кавалер орденов Святой Анны 2-й и 3-й степеней, Святого Станислава 2-й степени, Святого Владимира 3-й степени, золотой медали Московского общества сельского хозяйства; лауреат государственных и общественных премий, Павел Петрович Аносов (1796–1851) основал отечественную научную металлургию, качественное сталеварение и новую науку – металлографию. Практически все достижения металлурга были связаны с раскрытием им утраченного секрета восточного булата и получением булата русского.*

Булата много в европейских сказаниях, восточных сказках, русских былинах, стихах – мечи булатные, кинжалы, сабли… Пушкин расставил все по своим местам:

*«Всё мое», – сказало злато;*
*«Всё мое», – сказал булат.*
*«Всё куплю», – сказало злато;*
*«Всё возьму», – сказал булат.*

Это слово происходит от персидского فولاد – «фул́ад» («пулад») и тюркского «болот». Булатом принято называть «сталь, благодаря особой технологии изготовления отличающуюся своеобразной внутренней структурой и видом (“узором”) поверхности, высокой твердостью и упругостью». В Индии булат называли «вутцем», и именно им встретили воины царя Пора македонских захватчиков, в Сирии – «дамаском», в Иране – «хорасаном», в Японии – «якиба» (твердая часть клинка), ну а у нас еще «красным железом». Родина булата – Восток, точнее, Индия, и Европа многие века могла лишь восхищаться клинками азиатов, крошившими латы и мечи крестоносцев и в то же время свободно сгибавшимися в дугу. Говорят, булатным клинком иногда даже «подпоясывались».

*Памятник П.П. Аносову в Златоусте. Скульпторы А.П. Антропов и Н.Л. Штамм*

Хотя и назван булат сталью, это не совсем сталь. Булат тоже сплав железа и углерода, с минимально возможными примесями серы, марганца и кремния, но по малому содержанию углерода он все же ближе к чугунам, да и по твердости после закалки намного превосходит низкоуглеродистые стали. Уникальные свойства булата зависят от его химического состава, структуры металла (наличия в нем легирующих добавок; в Японии, например, молибдена), а также от специфических способов его

термообработки, ковки и закалки. Сложность изготовления булатов (можно сказать, эксклюзивность) чрезмерно удорожала их, вследствие чего появлялась масса декоративных подделок. Внешне булат отличается наличием беспорядочного узора, который получается при кристаллизации, и т. н. «ложные булаты» (золингеновские, толедские и тому подобные клинки) в тщете иметь все нужные характеристики булата старались воспроизвести хотя бы этот рисунок.

Надо сказать, что булат и сегодня превосходит все стали по совокупности параметров – ковкости, упругости, хрупкости, сопротивлению коррозии, способности затачиваться до бритвенной остроты, долго сохранять ее… Например, хорошо заточенный индийский или японский клинок из булата обладает несравненно более высокими режущими способностями, чем стальной клинок, – он перерезает в воздухе газовый платок, а сделанный из самых лучших современных сталей – нет.

В 1828 г. Горное ведомство, озабоченное улучшением свойств холодного оружия, поручило управляющему Оружейной фабрики Аносову заняться получением качественной стали. Павел Петрович, уверенный, что такую сталь можно изготовить только литьем, взялся за практически неразрешимую задачу – раскрыть секрет литого булата. Это означало ни много ни мало восстановить утерянный из-за чрезмерной секретности мастеров древности и Средневековья семь веков назад «рецепт» получения восточного сплава, над которым уже долго и безрезультатно бились лучшие ученые-металлурги Европы, включая самого М. Фарадея.

Аносов, к концу жизни прослужив на Златоустовских казенных заводах 33 года от практиканта-шихтмейстера до горного начальника, знал металлургию, как никто больше в России, и был автором многих крупных открытий, большая часть которых родилась в связи с булатной проблемой.

Ученый создал способ газовой цементации железа при переделе в сталь, метод прямого получения стали из руд в тиглях; предложил технологию передела чугуна в сталь с присадкой руды, чем за 30 лет упредил открытие П.Э. Мартеном мартеновского процесса. Освоив тигельный способ плавки стали, Аносов заложил основы металлургии легированных сталей; впервые в мире применив для исследования строения стали микроскоп, он основал металлографию – за 23 года до того, как это сделал английский металлург Г. Сорби, коего в Европе почитают создателем этой науки.

На счету металлурга много других, более «мелких» новаций: он заменил вредное для здоровья ртутное золочение клинков

гальваническим; разработал способ получения золота из золотосодержащих песков в доменных печах; усовершенствовал золотопромывальную машину и др.

В 1837 г. П.П. Аносов получил привилегию на изобретение литой стали.

Своими трудами русский металлург стал знаменит во всем мире. Так, например, английский ученый-геолог Р. Мурчисон назвал Златоустовский завод «Шеффилдом и Бирмингемом хребта Уральского», а по словам владельца Уральских чугуноплавильных заводов П.Н. Демидова, опытам Аносова «удивлялась вся Европа».

После двенадцатилетних экспериментов по сплавлению в огнеупорных тиглях в разных пропорциях мягкого железа с графитом и рудой, с варьированием всевозможных добавок – кремния, марганца, хрома, золота, платины, титана и других металлов, ученый открыл тайну булата и получил литой булат, не уступавший по свойствам индийскому вутцу и имевший характерный булатный узор, который нельзя было получить никаким другим способом. К своему открытию металлург пришел четырьмя путями, из которых отдал предпочтение «сплавлению железа непосредственно с графитом или соединение его прямо с углеродом». Другим трем, которые тоже увенчались успехом, Аносов посвятил немало опытов, но отверг их из-за дороговизны либо нетехнологичности.

Результаты своих многолетних трудов Петр Павлович изложил в прекрасном исследовании «О булатах», опубликованном в «Горном журнале» в 1841 г. В этой монографии ученый дал своему детищу новое имя – русский булат. Отдал дань признательности Аносов и правительству Николая I. «Если мои опыты и увенчались успехом, то этот успех принадлежит не мне, а правительству: оно, дав направление моей службе, наделило и средствами к исследованиям. Этого мало, оно готовило меня к успеху другими пособиями: награды при малейших успехах по службе и милостивое ободрение при неудачах постоянно поддерживали пламенное усердие к достижению предположенной цели».

Помимо самого сплава, металлург «оставил подробное описание процесса производства булатной стали и изделий из нее. Какие необходимы исходные материалы, как вести плавку, нагревать металл к ковке и даже каким образом полировать и травить готовое оружие» (Ю.Г. Гуревич).

Производство булата на Златоустовской оружейной фабрике было пущено на поток. При жизни Аносова булат приобрел широкую известность и стал таким же легендарным, как и

восточный; много раз был отмечен на российских и международных выставках. На одной из таких выставок в Лондоне англичане, испытывая крепость златоустовского булата, «рубили русским клинком по английскому. В результате на английском клинке образовалась изрядная зазубрина, а на аносовском – только пятнышко».

На аносовских клинках мастер И. Бушуев выгравировал крылатого коня, который стал частью герба Златоуста.

После смерти Аносова в 1851 г. за особые заслуги металлурга «по горной части» его вдове и семейству была назначена пожизненная пенсия, равная 2/3 его жалованья. Почти все дети (их у Павла Петровича было девятеро) получили образование за казенный кошт, некоторые стали инженерами и предпринимателями.

Что же касается русского булата, в нем, как и в восточном, не обошлось без тайны. Аносов оставил булатные клинки, гнущиеся в дугу, перерубающие гвозди и газовые платки на лету, а также отработанную в подробностях технологию создания сплава, по которой, однако, ни один из его последователей до наших дней не смог получить литой булат искомого качества.

# СТВОЛЫ И КРИСТАЛЛЫ ГАДОЛИНА

*Механик, инженер, минеролог, ученый-артиллерист, генерал от артиллерии; участник Крымской кампании; профессор физики Михайловской артиллерийской академии и Петербургского артиллерийского училища; доктор минералогии Петербургского университета; почетный профессор Московского университета; почетный академик Артиллерийской академии; академик Петербургской АН; почетный член многих русских и иностранных обществ; инспектор русских арсеналов; заведующий техническим артиллерийским училищем, постоянный член Артиллерийского комитета и различных комиссий по перевооружению армии, по воздухоплаванию и др.; кавалер ордена Александра Невского, Святого Георгия 4-й степени и других русских орденов, Командорского креста Почетного легиона, шведского ордена Короны 1-й степени; лауреат Ломоносовской премии АН, Премии им. А.В. Дядина, Большой Михайловской премии, Аксель Вильгельмович Гадолин (1828–1892) является автором теории проектирования орудий, разработчиком вопросов технологии металлов, формовки и металлообработки, а также одним из основоположников теории симметрии и антисимметрии кристаллов.*

В истории русской науки имя А.В. Гадолина неразрывно связано с выдающимися достижениями ученого в теории артиллерийских орудий и в минералогии. Не станем разрывать эти достижения, тем более что труды физика – генерала от артиллерии разделить нереально, как невозможно разорвать стальные стволы спроектированных им пушек и нарушить природную гармонию открытых им кристаллов. К тому же без законов кристаллографии не обойтись при стальном литье. Недаром Гадолин «для основательного изучения физики и химии в артиллерийском училище, а также для подготовки артиллерийских приемщиков, которым необходимо было знать курс горных наук, ввел в преподавание кристаллографию». Как ученый-артиллерист, Гадолин оставил свой след практически во всех вопросах проектирования и технологии изготовления артиллерийских орудий, от теоретических основ пороходелания до решения проблемы влияния ветра при артиллерийской стрельбе. Главным «артиллерийским» трудом Гадолина стала созданная им теория сопротивления стен орудий (теория скрепления), сыгравшая исключительно важную роль в последующем развитии артиллерии в мире.

*А.В. Гадолин*

Как физик, Аксель Вильгельмович прославился своим учебным «Курсом кристаллографии» (1873) и фундаментальным научным трудом «Вывод всех кристаллографических систем и их подразделений из одного общего начала» (1869). Эта монография по теоретической кристаллографии, поначалу отмеченная только специалистами, через шесть лет послужила основанием для награждения ученого Ломоносовской премией и его избрания действительным членом Петербургской АН, а также почетным членом многих русских и иностранных обществ. Сочинение Гадолина получило широкое признание у минералогов мира, и было включено в серию «Классики точных наук Оствальда» (Ostwald\'s Klassiker der exakten Wissenschaften, № 75, 1897), состоявшую из нескольких сотен классических работ по математике, физике и химии. По единодушному признанию специалистов эта работа составила эпоху в развитии кристаллографии и минералогии.

Теория скрепления орудий, состоящих из нескольких слоев, изложена Гадолиным в работах «О сопротивлении стен орудий

давлению пороховых газов при выстреле» (1858) и «Теория орудий, скрепленных обручами» (1861). Этими сочинениями ученый положил начало современной теории слоистых стен орудий, ставшей азбукой проектирования артиллерийских стволов.

Теория возникла не сама по себе, а как ответ на запрос бога войны увеличить мощность артиллерийских орудий, что можно было сделать только за счет отыскания новых способов изготовления стволов, представлявших собой однослойные стальные трубы, выдерживавшие давление пороховых газов не выше 2000 атм.

Воспользовавшись выводами из теории упругости французского математика Г. Ламе, показавшего, что в стенке трубы, нагруженной изнутри равномерным давлением, слои металла испытывают неодинаковые напряжения – внутренние до предела, а наружные незначительно, Гадолин сразу же отказался от дальнейшего утолщения сплошных стенок и впервые предложил теорию орудий, скрепленных обручами.

Теоретические исследования привели ученого к принципиально новой конструкции ствола. Определив для орудий, составленных из нескольких концентрических слоев металла, зависимость сопротивления разрыву от числа слоев, их размера, степени обжатия, артиллерист предложил бандажный способ усиления ствола. Последовательно надевая на внутренний цилиндр раскаленный внешний, обжимающий после охлаждения внутренний, можно было получить т. н. «скрепленные» стволы, выдерживавшие огромные давления пороховых газов в тысячи атм. Новый метод (его называют еще «натягом») позволял значительно повысить живучесть, мощность и дальнобойность орудий без увеличения их веса.

Эта работа, отмеченная большою Михайловской премией, тут же была внедрена в производство. С 1865 г. Обуховский завод стал изготавливать стальные орудия, скрепленные кольцами. Впервые новая система орудий была принята на вооружение русской армии в 1867 г., а затем и в армиях зарубежных стран. Особенно важную роль теория Гадолина сыграла в проектировании крупнокалиберной корабельной и береговой артиллерии в последней четверти XIX в.

Переходя ко второй части научных достижений Гадолина, необходимо отметить, что ученый не был профессиональным кристаллографом. К решению сложнейших вопросов теоретической кристаллографии, математическую обработку которых он представил в своем «Выводе…», ученого привели его любительские занятия описательной минералогией. Данной

проблемой он занимался автономно, независимо от предшественников и от современников.

Плененный геометрически правильной формой кристаллов, их симметрией при любом перемещении в пространстве, ученый попытался математически точно описать все возможные фигуры, отличающиеся числом, величиной, формой граней и углами между ними. При этом минералога прежде всего интересовали оси, плоскости и другие элементы симметрии кристаллов.

Следующим шагом исследователя стало выяснение законов геометрических фигур вообще. Основной посыл ученого состоял в том, что кристаллографическая форма есть, в сущности, такое же физическое свойство кристалла, как и все прочие его физические свойства. Ограничение было одно: рассматривались не произвольные геометрические конечные фигуры, а лишь многогранники, возможные в кристаллографии. Заметив, что в разных симметричных фигурах элементы симметрии могут сочетаться разным образом, Гадолин сводил все формы кристаллов, имеющие одинаковые элементы симметрии, в отдельный класс. Получив 32 класса макросимметрии кристаллов, ученый разбил их на 7 систем.

Полученная классификация позволила в дальнейшем по признакам симметрии заранее предсказывать свойства кристаллов (некий аналог таблицы Менделеева), поскольку внешняя симметрия кристаллов является всего лишь отражением симметрии внутренней – их физической структуры.

Проиллюстрировав свои абстрактные выводы примерами из минералогии, Гадолин полностью подтвердил свою теорию. Труд ученого был тут же востребован при решении практических задач по классификации кристаллических многогранников и лег в основу всех дальнейших изысканий в области кристаллографии. Продолжением и развитием идеи Гадолина стали многочисленные работы кристаллографа Е.С. Федорова, получившего в 1880–1890 гг. 229 различных кристаллических строений, по отношению к которым 32 класса Гадолина являются общими отделами.

# ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ ЯКОБИ И ДОЛИВО-ДОБРОВОЛЬСКОГО

*Физик, инженер, электротехник, архитектор, метролог, мостостроитель, изобретатель, педагог; профессор Дерптского университета; академик императорской Санкт-Петербургской АН; лауреат Демидовской премии, обладатель Золотой медали Парижской выставки и других наград, Борис Семенович Якоби (Мориц Герман фон Якоби; 1801–1874) прославился как изобретатель гальванопластики и гальваноударных морских мин, создатель первых электродвигателей и магнитоэлектрических двигателей, первого электрического телеграфа и первого буквопечатающего аппарата. Электротехник, инженер, изобретатель, предприниматель; директор фирмы AEG (Allgemeine Elektricitats-Geselschaft), Михаил Осипович Доливо-Добровольский (1861–1919) является создателем фазометра, стрелочного частотомера, техники трехфазного переменного тока, трехфазного трансформатора, трехфазного асинхронного электродвигателя, первым осуществил передачу электроэнергии на большие расстояния.*

Одну из самых ярких страниц в историю электротехники (так назвал в 1879 г. новую область физики один из ее создателей Э.В. Сименс) вписали в XVIII–XIX вв. наши ученые: М.В. Ломоносов, Т.В. Рихман, В.В. Петров, П.Л. Шиллинг, Э.Х. Ленц, А.Н. Лодыгин, П.Н. Яблочков, А.Г. Столетов и др. Достойное место в этом ряду занимают Б.С. Якоби и М.О. Доливо-Добровольский. Их научные и инженерные труды обозначили в мире начало и завершение более чем полувекового периода создания современного электродвигателя, а Россию сделали его родиной. Электродвигатели русских изобретателей – на постоянном токе с непосредственным вращением якоря (Якоби) и трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором (Доливо-Добровольский) – стали самыми совершенными электротехническими устройствами первой и второй половины XIX в. соответственно.

*Б.С. Якоби*

Началом электродвигательной истории стали работы М. Фарадея по созданию физических приборов для демонстрации преобразования электрической энергии в механическую. В 1821 г. английский ученый открыл явление вращения проводника с током вокруг полюса постоянного магнита, а в 1831 г. – явление электромагнитной индукции (появление индукционного тока в замкнутом контуре при изменении магнитного потока), чем, собственно, и зародил идею электрического двигателя.

Первые электродвигатели копировали паровые машины с возвратно-поступательным (или качательным) движением поршня с прикрепленным к нему электромагнитом. Удачной модели создано не было, поскольку вращательный момент на валу двигателей был резко пульсирующим.

Отказавшись от поршневого принципа, Якоби стал исследовать непосредственное вращение подвижной части

двигателя. В 1834 г. ученый сконструировал электромеханическое устройство, основанное на принципе притяжения и отталкивания между электромагнитами. Одна группа электромагнитов располагалась на неподвижной раме (станине), а другая – на вращающемся диске (явно-полюсном якоре). Запитан двигатель был от батареи гальванических элементов. Новшеством устройства стал коммутатор, периодически разрывавший электрическую цепь и менявший полярность электромагнитов якоря. Первый электродвигатель отличался устойчивой работой и развивал мощность до 15 Вт.

Сообщение об эпохальном изобретении Якоби было прочитано на заседании Парижской АН, и вскоре корпус инженеров и физиков занялся исследованиями по созданию промышленного образца электродвигателя. На этом поприще определенных успехов добился американский техник Т. Девенпорт, построивший компактный двигатель (1837). Якоби приспособил свое детище для электропривода судна (лодки, вмещавшей десять пассажиров). В 1938 г. на Неве электродвигатель Якоби был успешно испытан, скорость бота составляла 2–4,5 км/ч.

Последующие годы были посвящены испытаниям различных конструкций машин, их оптимизации, уменьшению габаритов, увеличению мощности и КПД, созданию экономичного генератора взамен гальванических элементов. Однако принципиальных усовершенствований в электродвигателях на постоянном токе создано не было, хотя они и стали находить практическое применение.

В последней четверти XIX в. развитие промышленности и концентрация производства потребовали создания высокоэффективного двигателя. Тогда же новым направлением поисков стала разработка электродвигателей на переменном токе, получаемом вращением рамки в магнитном поле – этот принцип действия основан на явлении электромагнитной индукции. Переменный ток низкого напряжения затем можно было повышать до любой величины в трансформаторе и с наименьшими потерями (при передаче постоянного тока потери были колоссальны) передавать к промышленным объектам на любые расстояния. Эти две взаимосвязанные задачи с блеском решил Доливо-Добровольский.

До него многие физики и инженеры (Бейли, М. Депре, Бредли, Венстром и др.) пытались создать электродвигатель переменного тока, но ни один из них не удовлетворил промышленность. Из ряда громоздких и неэкономичных либо сложных и ненадежных машин выгодно отличался двухфазный

электродвигатель Н. Теслы, построенный американским ученым на принципе вращающегося магнитного поля, и двухфазный генератор к нему, а также демонстрационная трехваттная установка итальянского физика Г. Феррариса. Эти не во всем совершенные машины стали предтечей изобретения трехфазных двигателей, которыми была поставлена точка в их дальнейшем принципиальном совершенствовании.

В 1888 г. к конструированию машины приступил Доливо-Добровольский, яснее других осознавший преимущества трехфазного тока перед двухфазным и сразу же придавший своим работам практический характер.

Сделав в обмотке машины постоянного тока ответвления от трех равноотстоящих точек якоря, применив коллектор как одноякорный преобразователь, а также новую конструкцию ротора с обмоткой – «беличью клетку», выполненного в виде стального цилиндра с просверленными в нем каналами для медных стержней, ученый получил трехфазный ток с разностью фаз 120 °. Вращающееся магнитное поле возникало как раз благодаря этому сдвигу фаз.

В результате многочисленных экспериментов изобретатель разработал в 1889 г. трехфазную электрическую систему и первый асинхронный электродвигатель мощностью 100 Вт, запитанный от трехфазного одноякорного преобразователя. Двигатель, имевший фактически современный вид, мало изменившийся с тех пор, прошел успешные испытания. Благодаря своим превосходным показателям новые двигатели очень быстро получили широкое распространение.

В 1891 г. во время Международного конгресса электротехников русский ученый впервые осуществил передачу трехфазного тока на расстояние 170 км с невиданно высоким КПД 75 %.

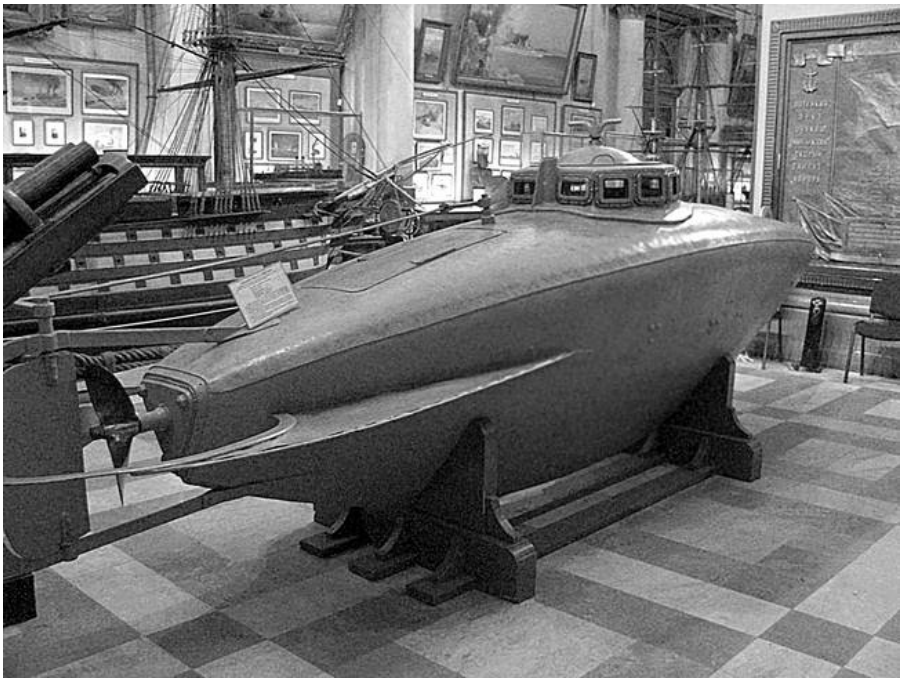
Тогда же на Международной электротехнической выставке во Франкфурте-на-Майне перед входом на выставку был построен искусственный водопад и установлен мощный асинхронный двигатель Доливо-Добровольского на 100 л. с., который приводил в движение насос, подававший воду к водопаду.

С двигателя Доливо-Добровольского и с демонстрации электропередачи началась электрификация всех стран.

# ПОДВОДНАЯ ЛОДКА ДЖЕВЕЦКОГО

*Кораблестроитель, инженер, конструктор, изобретатель, предприниматель, путешественник, коллекционер; участник Русско-турецкой войны 1877–1878 гг.; товарищ председателя воздухоплавательного отдела Русского технического общества; член Парижского воздухоплавательного общества; член Морского технического комитета; обладатель первой премии Международного конкурса в Париже в 1898 г. за проект подводной лодки; кавалер солдатского Георгиевского креста, Степан Карлович Джевецкий, настоящее имя Стефан Казимирович Држевецкий (1843–1938), прославился своими трудами в области судостроения, авиации и морской техники. Джевецкий является создателем первых боевых подводных лодок, оборудования и вооружения для них.*

С.К. Джевецкий с одинаковым успехом занимался вопросами воздухоплавания и кораблестроения. И хотя большая часть научных работ ученого посвящена аэропланам, конструкциям воздушных винтов и теории полета, за которые он получил титул «дедушки современных самолетов» (академик А.Н. Крылов), 11 модификаций подводных лодок Джевецкого стали первыми боевыми субмаринами. Тяга Джевецкого к конструированию подводных и воздушных судов вполне объяснима не только пристрастиями ученого, но и общей атмосферой общества второй половины XIX в., пронизанной идеями научно-технического прогресса. В 1869–1870 гг. Ж. Верн опубликовал роман «20 000 лье под водой». Весьма вероятно, покоренный верновским «Наутилусом», молодой инженер загорелся идеей создать собственный подводный корабль. Во всяком случае, сохранившийся экземпляр 4-й модификации ПЛ Джевецкого, хранящийся в зале Центрального военно-морского музея в Санкт-Петербурге, внешне точь-в-точь напоминает подводный корабль из жюльверновского романа.



*Подводная лодка С.К. Джевецкого в Центральном военно-морском музее*

Известно, что в 1876 г. Степан Карлович приступил к конструированию своей первой подлодки. Начавшаяся в 1877 г. Русско-турецкая война прервала его занятия, и ученый ушел добровольцем в Черноморский флот. В одном из боев была выбита половина корабельной команды. Рядового Джевецкого за храбрость наградили солдатским Георгием, а волонтер укрепился в своей идее создать для морского флота эффективное средство для борьбы с надводными кораблями противника. Он, кстати, был не одинок в этом стремлении. Русскими изобретателями были предложены несколько вариантов ПЛ, приводимых в движение электродвигателем, но Морской технический комитет отклонил их, поскольку не было самого электродвигателя.

Демобилизовавшись, инженер за полгода доработал свою конструкцию и предложил командованию проект одноместной подводной лодки, движимой силой ног человека. Лодка была построена на Одесском заводе Г. Бланшара за счет средств купца Родоконаки. (Степан Карлович всю жизнь вкладывал в свои изобретения собственные деньги либо весьма находчиво подыскивал спонсоров.)

Пятиметровая лодка обтекаемой формы из листовой стали имела баллон со сжатым воздухом для дыхания, рассчитанный на 20 минут. Сжатый воздух использовался также и для продувания водяного балласта из цистерны при всплытии лодки. Для обзора

служил стеклянный колпак. Цилиндр с поршнем обеспечивал равновесие лодки в погруженном состоянии. В корпус были вмонтированы два рукава с резиновыми перчатками, что позволяло крепить мины к неприятельскому кораблю, которые затем дистанционно взрывались с помощью электрического провода.

Лодка прошла успешные испытания в 1878 г. на Одесском рейде. Перед комиссией, возглавляемой главным командиром Черноморского флота вице-адмиралом Н.А. Аркасом, Джевецкий погрузился на своей «посудине» в воду, проплыл под водой 200 м, прикрепил мину к барже и взорвал ее. Комиссия порекомендовала построить лодку больших размеров, однако вскоре окончилась Русско-турецкая война, и боевая ПЛ потеряла свою актуальность.

Изобретателя это лишь раззадорило. Через год Джевецкий предложил четырехместный вариант ПЛ (с ножным приводом), которым тут же заинтересовалось Военно-инженерное ведомство, озабоченное созданием надежной обороны приморских крепостей. Новая ПЛ имела дополнительный управляемый гребной винт в носу, служивший одновременно вертикальным рулем, благодаря чему обеспечивалось всплытие или погружение лодки на подводном ходу, два перископа и две мины.

ПЛ была продемонстрирована на Серебряном озере в Гатчине цесаревичу Александру Александровичу. Лодка произвела на будущего императора неизгладимое впечатление. Он тут же распорядился спешно построить 50 лодок, а Джевецкому за труды выплатить 100 000 рублей. За год модифицированные Джевецким лодки были построены и испытаны в Невской губе. Джевецкий лично взорвал стоящее на якоре судно. Трехместные серийные ПЛ имели водоизмещение 3,3 т, глубину погружения 12 м, скорость хода в подводном положении 4,9 км/ч.

32 лодки были отправлены в Одессу для обороны рейдов Очаковского, Севастопольского и других портов, 16 – оставлены в Кронштадте, одна передана Инженерному ведомству и еще одна – Джевецкому для дальнейших усовершенствований.

Конструктор не стал тянуть и тут же переоборудовал ее по четвертому варианту, с новым источником энергии – аккумуляторной батареей из губчатого свинца и электродвигателем, вращающим гребной винт. С этой лодки – первой в мире такого типа – началось новое направление в подводном судостроении.

В 1890-х гг. Джевецкий предложил еще ряд проектов ПЛ с механическим двигателем. За один из них (разработанный совместно с А.Н. Крыловым) – с паровыми двигателями,

водоизмещением 120 т для экипажа из 12 человек – Джевецкий получил на Международном конкурсе в Париже в 1898 г. первую премию. Обтекаемая ПЛ с убирающейся рубкой могла погружаться на глубину до 20 м, имела запас хода над водой 500 миль, под водой – 300 миль и могла находиться под водой до 5 часов. Впервые подлодка была вооружена разработанными Джевецким решетчатыми торпедными аппаратами, принятыми затем на вооружение нашим, французским и итальянским флотом и применявшимися до 1940-х гг.

В 1905 г. изобретатель разработал потрясающий проект ПЛ без экипажа, управляемой дистанционно по проводам. Разумеется, построить такую лодку тогда не было никакой технической возможности, и вообще эту идею смогли воплотить лишь в XXI в.

Тогда же конструктор разработал особый тип миноносца с паровой машиной для надводного хода и электромотором для движения в почти погруженном состоянии, названный им водобронным, отклоненный, правда, Морским министерством. Другой проект – ПЛ с бензиновым двигателем как для надводного, так и для подводного хода – был утвержден. В 1909 г. первый (и последний) в мире корабль, имевший общий двигатель для подводного и надводного хода, под названием «Почтовый» вышел в море. На одном из вариантов этой ПЛ Джевецкий заменил бензиновые двигатели дизелями.

У конструктора была уйма идей: он впервые использовал водометный движитель; разработал теорию гребных винтов, нашедшую применение в вихревой теории Жуковского; сконструировал механический прибор для автоматической прокладки курса корабля на карте; предложил водолазные работы по заделке пробоин в подводной части судов…

Отдельное направление – научные труды и изобретения, связанные с авиацией. Один лишь пример. В 1912 г. Джевецкий построил и экспонировал на 4-й Международной воздухоплавательной выставке в Париже аэроплан, который был отмечен за решение вопроса устойчивости и «великолепный стиль конструктора».

Промышленный шпионаж процветал во все времена, особенно на Западе. Не обошел он стороной и Джевецкого. С ученым произошла та же самая «патентная история», что и почти со всеми русскими изобретателями. Сам конструктор, правда, придавал этому мало значения, но все же – «за державу обидно». По воспоминаниям академика А.Н. Крылова, друга Джевецкого, Степан Карлович, «хотя… и брал иногда на свои изобретения патенты, но его интересовала не столько нажива и эксплуатация

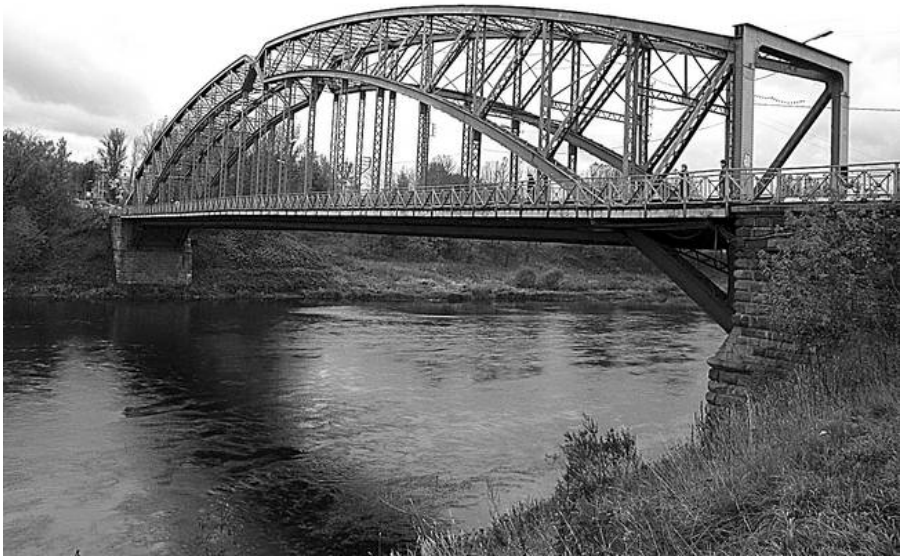
патентов, сколько сам процесс изобретения, получение изящных кинематических комбинаций и преодоление встречающихся трудностей».

Половина заказа на изготовление 3-й модификации ПЛ Джевецкого была размещена на машиностроительном заводе Платто во Франции. Через 4 года изобретатель К. Губэ, имея на руках копии с чертежей русского ученого, построил и запатентовал собственную ПЛ «Губэ-1», как две капли воды похожую на оригинал, вполне устроившую морское министерство Франции.

# МОСТЫ И ЦЕМЕНТ БЕЛЕЛЮБСКОГО

*Механик, материаловед, проектировщик и строитель мостов, педагог, пропагандист русских научных достижений; заслуженный профессор, заведующий кафедрой строительной механики, ректор Петербургского института инженеров путей сообщения; начальник первой в России механической лаборатории по испытанию сопротивления материалов (Государственной испытательной станции); действительный член Академии художеств; председатель Мостовой комиссии при Инженерном совете МПС; основатель и редактор журнала «Цемент, его производство и применение»; председатель бюро «Съездов русских техников и заводчиков по цементному, бетонному и железобетонному делу»; президент Международного общества испытания материалов; учредитель Общества вспомоществования недостаточным студентам и Общества изыскания средств для технического образования женщин; доктор-инженер Honora causa Высшей технической школы в Берлине; почетный член Общества гражданских инженеров во Франции и Бетонного института в Англии; лауреат медали Эдинбургской выставки 1890 г., высшей награды Парижской выставки 1900 г., а также участник еще 6 международных выставок в Чикаго, Стокгольме и Париже, Николай Аполлонович Белелюбский (1845–1922) является автором более 50 трудов по цементам и мостостроению. Белелюбский – глава первой научной школы русских мостостроителей, спроектировал и построил более 100 мостовых сооружений.*

Первый русский полный «Курс строительной механики», написанный профессором Н.А. Белелюбским в 1885 г., на много десятилетий стал классическим учебником для студентов и настольной книгой специалистов, а напутствие педагога своим ученикам актуально и ныне: «Вы – будущие инженеры. Нет прекрасней доли. Вы будете проектировать и строить мосты. Это дело на века. Ищите лучших конструкций, приемов и способов строительства. Но не забудьте одного – быть хозяином своих строек. Не владельцами, а хозяевами, ибо строите для государства, для народа. Стройте рачительно, бережно, экономно, прочно. И ново. Каждое время приносит свою полезную новизну, каждый инженер должен сделать в своей практике шаг вперед. Во всяком случае, он должен хотеть это сделать, иначе он не инженер, не хозяин своего дела».



*Мост Н.А. Белелюбского через реку Мста в Боровичах*

Николай Аполлонович был хозяином своих слов и своих дел: как говорил, так и жил – «деятельность его была широка и многогранна. Современники говорили, что Николай Аполлонович не человек, а целое министерство, а то и два»); за полвека «в России не было построено ни одного моста, в проектировании, сооружении или экспертизе которого не принимал бы участия Белелюбский». И ни к одному из его сооружений ни время, ни люди не предъявили претензий, ни один мост не разрушился сам по себе!

При этом надо заметить, что в заслугах ученого, конструктора, инженера и педагога в двух неразрывно связанных направлениях его деятельности – мостостроении и изучении цементов – невозможно выделить главные – их не разорвать, они будто скреплены цементом, да и не хватит места в очерке. Посему, не вникая в суть научных достижений мостостроителя, остановимся хотя бы на перечне его нововведений, а также на конкретном воплощении новаций в конструкциях самых знаменитых мостов.

Применив в пролетных строениях мостов литое железо, Белелюбский первым отметил его высокие качества по сравнению со сварочным. После подробного изучения механических свойств и особенностей обработки этого железа, ученый, несмотря на противодействие со стороны МПС, внедрил его в отечественное мостостроение, создал на него технические условия (ТУ), легшие

затем в основу зарубежных ТУ.

Проведя сравнительные испытания считавшегося в ту пору лучшим английского цемента и отечественного, Белелюбский доказал, что наши цементы по своему качеству ничем не уступают заморским. Одновременно ученый выдал рекомендации по выбору песка, выработал номенклатуру вяжущих веществ, провел исследования шлаковых цементов и русской пуццоланы (активная минеральная добавка из смеси вулканического пепла, пемзы, туфа и т. п.). Возглавив комиссию для выработки норм и ТУ по приемке и испытанию цементов, Николай Аполлонович успешно справился и с этой работой. Авторитет ученого в решении любых «цементных» вопросов был столь велик, что его – мостостроителя – много лет избирали вице-председателем, а затем и председателем бюро Съездов русских техников и заводчиков по цементному, бетонному и железобетонному делу.

Когда в начале 1890-х гг. в строительстве появился новый материал – железобетон, Белелюбский стал его страстным пропагандистом. Тщательно изучив новый строительный материал, ученый в 1905 г. организовал комиссию по выработке ТУ для железобетонных работ на основе опыта отечественного строительства и к 1908 г. разработал и утвердил первые нормы. Помимо научных и организационных мер, Николай Аполлонович первым в нашей стране применил железобетон на строительстве мостов, позволивший ему увеличить длину пролетов и разнообразие мостовых конструкций.

Отдельной заслугой материаловеда Белелюбского стала возглавляемая им с 1878 г. механическая лаборатория Института инженеров путей сообщения, преобразованная затем за величайшие заслуги перед отечественной наукой и техникой в Государственную испытательную станцию. Удивительно, но ученый в одиночку (еще с одним помощником) в этой единственной в России лаборатории умудрился исследовать и описать для нужд МПС механические и физические (выветриваемость) свойства почти всех русских строительных материалов! Эта лаборатории стала первым в России местом испытаний сопротивления материалов. Многие результаты исследований Белелюбского легли в основу норм испытаний строительных материалов, рельсов и пр. у нас и за рубежом. Потомкам испытатель оставил громадную коллекцию каменных материалов со всей страны с характеристикой их механических свойств. Ныне эта лаборатория носит имя своего создателя.

Ну и, наконец, о главном детище Белелюбского – мостах. Их Николай Аполлонович спроектировал больше ста, в том числе величайший для своего времени по протяженности и

совершенству конструкции Сызранский мост через Волгу, соединивший железнодорожную сеть центра России с Заволжьем и Сибирью; двухъярусный мост через Днепр возле Днепропетровска, разрушенный во время Великой Отечественной войны; Обской мост, связавший два самых крупных и значимых участка Транссиба – Западно-Сибирскую и Средне-Сибирскую железные дороги и послуживший основанием города Ново-Николаевска (Новосибирска)…

Все мосты строителя хороши сами по себе, но во многих ученый заложил еще и новшества, которые стали непременным атрибутом последующих мостовых конструкций у нас и на Западе.

Так, заменяя деревянные конструкции старых мостов металлическими, Белелюбский разработал способ быстрой замены без перерыва движения; впервые в мировой практике предложил конструкцию свободных поперечных балок, стал возводить уникальные насыпи и строить мостовые опоры кессонным способом; существенно улучшил конструкции металлических пролетных строений; впервые применил свободное шарнирное опирание поперечных балок на балансиры, за что был удостоен медали на Эдинбургской выставке в 1890 г.; предложил метод расчета отверстий больших мостов, принятый с тех пор в международной практике мостостроения.

Последним и крупнейшим из мостов Белелюбского, сооруженных в России (были и за рубежом), стал Симбирский (Николаевский) мост (1916) с длиной каждого из 12 пролетов 158,4 м и общей длиной (с учетом подходящей к нему эстакады) 2810 м (четвертое место в мире по длине). На строительстве этого сооружения применялась новейшая техника: кессоны, опускные колодцы, экскаваторы…

Очерк хочется завершить словами академика Г.П. Передерия: «Н.А. Белелюбский своей деятельностью, особенно в области мостостроения, стяжал себе мировую известность. Такая слава редко выпадает на долю инженера, и даром она не дается. Нужно родиться с талантами и задатками, с такой колоссальной энергией, какими обладал Н.А. Белелюбский. Нужно направить эту энергию на большое общественное дело, нужно суметь его довести до успешного конца, и тогда слава приходит как дань благодарности современников и последующих поколений людей».

# ОТЕЦ И СЫН АВТОМАТИЧЕСКОЙ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ

*У отца и сына, Евгения Оскаровича (1867–1953) и Бориса Евгеньевича Патонов (род. 1918), у каждого своя судьба, хотя оба занимали по очереди одну и ту же неофициальную должность – главного сварщика страны. Их объединяло не только прямое родство и дело жизни – автоматическая сварка под флюсом, не только громадный вклад в развитие российской науки и техники, но даже звания, должности и заслуги перед Отечеством. Каждый из них – ученый в области сварки, педагог, руководитель научной школы, государственный деятель, депутат Верховного Совета СССР; профессор, академик, член многих академий и научных обществ мира, директор Института электросварки АН УССР в Киеве, автор сотен научных трудов, монографий, открытий; лауреат престижных премий, кавалер двух орденов Ленина, Трудового Красного Знамени и других высших отечественных и иностранных орденов и медалей, Герой Социалистического Труда.*

Благодаря созданному Е.О. Патоном в 1934 г. специализированному Научно-исследовательскому институту электросварки город Киев стали называть в мире «столицей электросварки».

Ничего удивительного в том не было, так как Россия является родиной и даже «страной электросварки». Именно русский физик-экспериментатор, профессор, корреспондент Петербургской АН В.В. Петров в 1802 г. открыл явление электрической дуги и в своей книге «Известие о гальвани-вольтовских опытах посредством огромной батареи, состоявшей иногда из 4200 медных и цинковых кружков» (1803) описал способы изготовления вольтова столба, явление электрической дуги и возможность ее применения для электроосвещения, электросварки и электропайки металлов. Через 80 лет наш изобретатель Н.Н. Бенардос изобрел электрическую сварку с применением угольных электродов (1882). Затем другой изобретатель Н.Г. Славянов в первый раз применил дуговую сварку металлическим (плавящимся) электродом под слоем флюса (1888). Профессор В.Ф. Миткевич впервые в мире предложил применять трехфазную дугу для сварки металлов (1905).

Уже в советское время член-корреспондент АН УССР К.К. Хренов также впервые в мире осуществил дуговую сварку под водой (1932), а отец и сын Патоны разработали целый ряд

технологий автоматической сварки под флюсом (Е.О. Патон, 1939), в космосе и под водой (Б.Е. Патон, вторая половина XX в.), чем, собственно, довели этот метод соединения материалов, сооружения мостов и герметизации земных, космических и подводных аппаратов до совершенства.

(Сварочным флюсом называют материал, используемый при сварке для защиты зоны сварки, химической очистки соединяемых поверхностей и улучшения качества шва – буру, борную кислоту, хлориды, фториды. При электрошлаковой сварке флюсы еще выделяют тепло при прохождении через них электрического тока и нагревают свариваемые детали.)

*Памятник на могиле Е.О. Патона в Киеве*

Создание Института сварки стало знаменательной вехой в развитии электросварки вообще, но не началом творческого пути Е.О. Патона. Впервые электросваркой Евгений Оскарович занялся уже, можно сказать, «на пенсии» – в 1928 г., когда его, заведующего кафедрой мостов, известного своими работами по вопросам статики сооружений, расчета и конструирования железных мостов, коллеги стали называть «Батей», и весь мир знал его как автора более 50 проектов железных клепаных мостов.

Занявшись исследованиями прочности и эксплуатационной надежности сварных конструкций, Е.О. Патон в 1929–1938 гг. сформулировал главные положения по технологическим основам дуговой сварки, теоретически и экспериментально доказал высокую техническую и экономическую эффективность замены клепаных металлоконструкций сварными, а болтов, гаек и прочих креплений сварным швом. Новая технология была внедрена на 20 заводах, производящих вагоны, котлы, балки для мостов и другие ответственные конструкции. Надежность метода была проверена на более чем 100 сварных мостах, среди которых один из крупнейших в мире (1543 м) – первый в мире цельносварной 26-пролетный мост через Днепр в Киеве (1953). Во время монтажа мостовых конструкций было сварено 10 668 м швов. По своему научному значению, по мощи инженерной мысли и по культурно-эстетическому значению в мировой истории этот мост равен Эйфелевой башне в Париже. Ныне это грандиозное сооружение носит имя Е.О. Патона.

С началом Великой Отечественной войны 75-летний «Батя» эвакуированный вместе со своими немногочисленными сотрудниками в Нижний Тагил, в один из уральских танкоградов под № 183, под открытым небом, в лютые морозы, в невероятно сжатые сроки разработал и внедрил технологию автоматической скоростной (до 10 раз производительнее других методов) сварки броневых корпусов тяжелых танков КВ, средних Т-34 и легких Т-60 и Т-70. С момента прибытия завода до рождения лучшего танка Второй мировой войны Т-34 прошло менее двух месяцев.

«За годы войны общая длина “патоновского шва” составила 6000 километров!» Этот шов впервые в истории сварки стал прочнее основного металла и не разрушался даже при прямом попадании в него снаряда. На установках Патона варили не только танки, но и авиационные бомбы, пушки, трубы и др.

В 1942 г. третьим изданием вышла книга Е.О. Патона «Скоростная автоматическая сварка под слоем флюса», которая стала пособием по внедрению этого метода на всех предприятиях СССР. В других странах автоматическая сварка под флюсом броневых сталей была освоена уже после войны.

Благодарную память о Евгении Оскаровиче сохранили не только тысячи танкистов, но и весь наш народ. Ученый стал символом служения Родине. Может, поэтому так актуальны его слова, сказанные в лихую годину:

«Человеку не дано самому судить о том, как он выполняет свой долг. Истинным судьей в этом является только народ. Но одно я знал твердо: всего себя, без остатка, я отдаю работе, стараюсь жить так, чтобы всегда прямо и честно смотреть в глаза

советским людям. В те минуты я снова пожалел о том, что большая часть моей жизни, мои молодые годы прошли в затхлой, деляческой атмосфере царской России, в обстановке, где труд не считался делом чести, а был только средством к существованию».

При напряженной 12–14-часовой работе в цехах (директор участвовал в монтаже и освоении каждой сварочной установки на протяжении всего пускового периода) Е.О. Патон не прерывал своих занятий по разработке технологии сварки специальных сталей и исследованию физических основ горения дуги под флюсом, свариваемости металлов, созданию производства сварных труб, сосудов, машин различного назначения, созданию нового класса сварных конструкций.

Впервые в мире разработав комплексную программу развития сварочного производства, основав новейшие сварочные технологии и создав знаменитую школу мостостроителей, Евгений Оскарович передал свое дело и институт в руки Борису Евгеньевичу Патону. Сын достойно продолжил и развил научные исследования отца.

Им лично и под его руководством была проведена масса исследований процессов автоматического и полуавтоматического сваривания под флюсом, разработаны теоретические основы создания автоматов и полуавтоматов для дугового сваривания и сварочных источников питания. Были разработаны и внедрены системы кибернетического управления и сварочные роботы. На новый уровень вышло изучение металлургии сваривания, усовершенствование существующих и создание новых металлических материалов. Была создана новая отрасль – специальная электрометаллургия, в которой нашли применение новейшие методы сварки – электрошлаковый, плазменно-дуговой и электронно-лучевой переплавы.

При Б.Е. Патоне к освоенным сварочным технологиям добавились новые – используемые при сооружении хирургических, космических, подводных аппаратов, при проведении сварочных работ в безвоздушном пространстве и под водой. Все это стало неотъемлемой частью судостроения, производства уникальных сосудов высокого давления для энергетики и химической промышленности, кожухов доменных печей, высотных башенных конструкций, крупногабаритных узлов для морских судов, гидрогенераторов, сварных труб для магистральных газо– и нефтепроводов и др.

Открытия Патонов в области сварки сделали возможным блочное строительство жилых домов, благодаря чему подавляющее большинство малоимущих слоев населения развитых стран получило возможность заиметь собственное

жилье. Особенно великое значение это имело для стран социалистического лагеря. Эти методики в строительстве жилья применяются и по сей день.

В конце очерка так и подмывает произнести перифраз:
«Все ж может собственных Патонов земля Российская рождать!»

# СРЕДНИЙ ТАНК КОШКИНА Т-34

*Инженер, конструктор бронетехники, политработник; участник Первой мировой и Гражданской войн в составе Красной Армии; замначальника танкового КБ завода № 185 (Ленинградского завода им. С.М. Кирова); начальник КБ танкового отдела «Т2» завода № 183 (Харьковского паровозостроительного завода); кавалер ордена Красной Звезды, лауреат Сталинской премии (посмертно) «за разработку конструкции нового типа среднего танка» (Т-34), Герой Социалистического Труда (посмертно), Михаил Ильич Кошкин (1898–1940) создал танк Т-34.*

По мемуарам генерал-полковника германской армии Х. Гудериана и фельдмаршала Э. фон Манштейна, командующих танковыми группами и танковыми корпусами, одной из главных причин поражения Германии в войне против СССР стал танк Т-34. Кому, как не танкистам, оценивать танк, да еще вражеский!

Гудериана советский танк ввел в транс уже на десятый день войны: «Очень тревожные донесения о качестве русских танков… Превосходство материальной части наших танковых сил, имевшее место до сих пор, было отныне потеряно и теперь перешло к противнику. Тем самым исчезли перспективы на быстрые решающие победы».

В 1942 г. командование танковых войск Германии распространило «Инструкцию для всех частей Восточного фронта по борьбе наших танков с русским Т-34». Вот выдержка из нее:

«Т-34 быстрее, более маневренный, имеет лучшую проходимость вне дорог, чем наши Pz.Kpfw.III и Pz.Kpfw.IV. Его броня сильнее. Пробивная способность его 7,62 см орудия превосходит наши 5 cm KwK и 7,5 cm KwK40. Удачное расположение наклонных бронелистов увеличивает вероятность рикошета… Поскольку Т-34 быстрее немецких танков, он может выбирать дистанцию открытия огня».

А это донесение с фронта: «Хорошо известная проходимость танка Т-34 в действительности ошеломляющая. Танк проходит через топи и болота, непроходимые для людей, врывается на наши позиции».

Через 20 лет после окончания войны западногерманский журнал «Soldat und Technik» лишь подтвердил мнение противника о нашей «тридцатьчетверке»:

«В июне 1940 года сошел с конвейера первый серийный советский танк Т-34. Этот танк, бесспорно, был подлинным шедевром в истории развития военной техники. В нем удачно сочетались технические элементы быстроходного крейсерского

танка с высокой неуязвимостью, присущей танку непосредственной поддержки пехоты. Появление Т-34 на Восточном фронте летом 1941 года было неожиданностью для немецких войск».

После первого года войны в Испании (1936–1939), где советские танки БТ-5 и Т-26 показали свое превосходство над немецкими Pz.I и Pz.II, но были чрезвычайно уязвимы под огнем противотанковых орудий, руководство СССР поставило перед танкостроителями задачу создания быстрой маневренной машины высокой проходимости с надежной броней и мощным вооружением. Речь шла в первую очередь о самом массовом – среднем танке.

*М.И. Кошкин*

Учеными и конструкторами были предложены два типа машин: колесно-гусеничный танк А-20 и чисто гусеничный А-32 (Т-32). Не зная, какому типу отдать предпочтение,

разрабатывали сразу оба типа. Работы велись на первом этапе на Ленинградском заводе им. С.М. Кирова (№ 185), а затем на Харьковском паровозостроительном заводе (№ 183).

В создании танка были задействованы десятки выдающихся конструкторов, технологов, ученых, занимавшихся комплексом вопросов от металлургических до баллистики: А.А. Морозов, М.И. Таршинов, Н.В. Барыков, Н.И. Груздев, А.В. Калоев, А.И. Воробьев, Н.Н. Гусев, А.Я. Дик, И.Ф. Вархрушев, В.С. Ананьев, Н.А. Кучеренко и др.

В ходе государственных испытаний в сентябре 1939 г. на полигоне под Москвой предпочтение было отдано танку Т-32. Опыт боев финской кампании также говорил в пользу гусеничной машины. Было принято решение усилить ее бронирование (до 45 мм), вооружить 76,2-мм пушкой и начать выпуск новой модификации.

Серийное производство танков Т-34 началось в октябре 1940 г. Начальником КБ – главным конструктором 183-го завода был назначен А.А. Морозов, продолживший дело своего предшественника – создателя танка Т-34 М.И. Кошкина.

«Основы конструкции танка Т-34 заложил и разработал Михаил Ильич Кошкин, – вспоминал позднее Морозов. – Этому замечательному конструктору мы, в первую очередь, обязаны появлением такого совершенного типа танка, каким является Т-34».

Стоит ли говорить, что главный конструктор отвечал за все – за качество и своевременность работ, за «мелоовку», которая могла сыграть решающую роль не только в бою, но и при испытаниях, и, главное, за выбор модели. Для начальника КБ этот выбор порой был равнозначен выбору жизни или смерти.

По воспоминаниям дочери конструктора Е.М. Кошкиной, «отец всю жизнь мечтал именно о танкостроении. Еще в период своего участия в Первой мировой он видел свалку английских танков, и уже тогда у него зародилась мысль, что и русский мужик может создать танк ничуть не хуже и даже во много раз лучше этих».

Новый танк Кошкина, еще не под своим знаменитым именем, а как Т-32, был представлен на Ивановской площади Кремля представителям правительства. Вождю понравилась машина, и он назвал ее «первой ласточкой». Танк прошел успешные испытания в Подмосковье, в том числе обстрел почти в упор из 45-мм противотанковой пушки, не пробившей танковую броню, а также лихо преодолел финские противотанковые препятствия на линии Маннергейма (Карельский перешеек). После испытаний «Сталин сказал отцу: “Крести свой танк”. Но тот не стал давать ему свое

имя, а предложил назвать просто по порядковому номеру». Порядковым номером стал 34-й.

Михаилу Ильичу не довелось увидеть свое детище на полях сражений, он умер от пневмонии в неполные 42 года. Простудился конструктор во время весеннего прогона танка по маршруту Харьков – Москва, когда ему пришлось самому вести танк, потрепанный предшествующими 2500-километровыми испытаниями, на ходу дорабатывать отдельные узлы, не спать сутками и к тому же спасать из ледяной воды утонувшую машину.

Творческая биография конструктора бронетехники уложилась в чрезвычайно короткий, 6-летний промежуток времени – начиная с 1934 г. после окончания Ленинградского политехнического института, в который он как «парттысячник» был зачислен по личному распоряжению С.М. Кирова, и до 25 сентября 1940 г.

В танковом КБ 185-го завода Кошкин быстро поднялся с должности рядового конструктора до заместителя главного конструктора. За участие в создании среднего танка с противоснарядным бронированием Т-46–5 (Т-111) конструктор получил орден Красной Звезды.

Возглавив в 1937 г. КБ на 183-м заводе, Кошкин чуть ли не круглосуточно принимал участие во всех конструкторских и испытательных работах, защищал на кремлевском «ковре» в жесточайших спорах с военными и проектировщиками других танков свое детище – гусеничный Т-32 (хотя он же строил и гусенично-колесный А-20), а еще умудрялся спасать от огульных обвинений своих коллег. «Для этого он каким-то образом прорывался в Кремль и говорил лично со Сталиным».

Что же было принципиально нового в конструкции Т-34?

Прежде всего, это гусеничная концепция танка, исключавшая чрезмерно сложную систему передачи, а также наклонные бронеплиты, из-за рикошета удваивавшие эффективную толщину брони.

Прекрасно зарекомендовали себя длинноствольные орудия Л-11 и Ф-34, кинетическая энергия снарядов которых была в несколько раз больше, чем у снарядов немецких танковых пушек.

Существенно поднимал мобильность танка мощный (500 л. с.) дизельный двигатель В-2 (до этого были бензиновые), значительно увеличивший запас хода машины и уменьшивший опасность в пожарном отношении. (К слову, на Западе танковые дизельные двигатели стали производить лишь в конце 1950-х гг.)

Весьма удачной была ходовая часть, состоявшая из пяти опорных катков большого диаметра, что увеличивало опору гусеничной ленты на грунт, и наклонно расположенных пружин

подвески. Положительную роль сыграло удаление редуктора для ведущих колес.

Одним из достоинств был обтекаемый силуэт машины, чрезвычайно затрудняющий поражение снарядом.

Танк конструировался и выпускался в обстановке строжайшей секретности и стал для немцев первым и, наверное, главным сюрпризом войны (если не считать еще «катюш») на Восточном фронте.

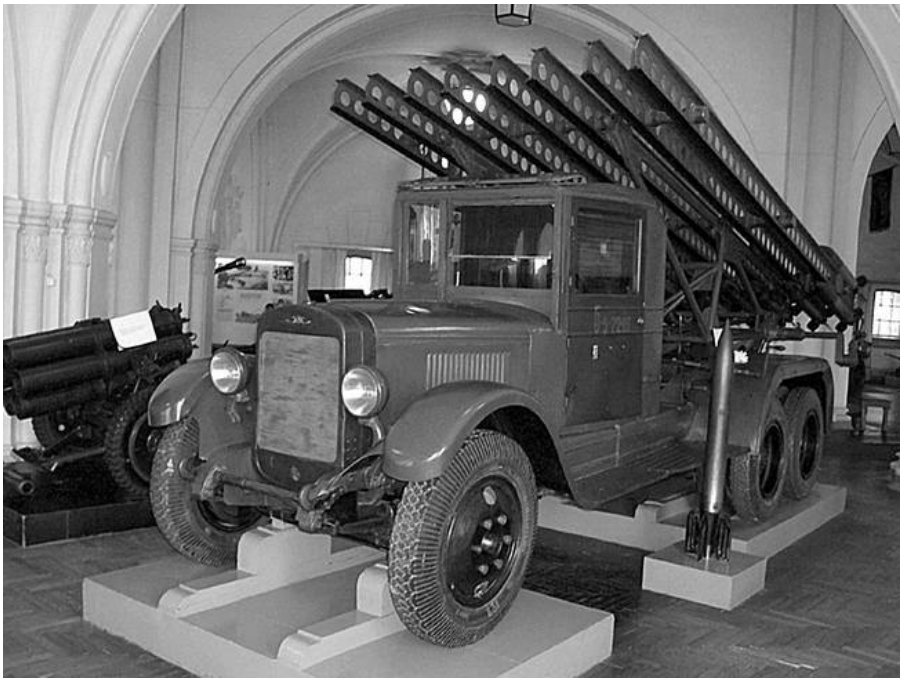
В ходе войны конструкция танка неоднократно совершенствовалась, но это были уже другие этапы славной жизни «тридцатьчетверки».

Ныне в российской прессе и литературе муссируется тема, что Т-34 – вовсе и не «оружие Победы» (как будто вместо него есть другое!), а «средненький» танк, уступавший по многим статьям немецкому танку Т-IV. Ну что тут можно сказать, когда не замечают очевидных фактов, один из которых красноречиво продемонстрировал сам Гитлер. Танк Т-34 был германскому руководству что кость в горле. Кошкин даже после смерти был объявлен фюрером его личным врагом. Могилу Михаила Ильича, похороненного в Харькове на городском кладбище, в 1941 г. уничтожили летчики люфтваффе целенаправленной бомбардировкой – это было сделать куда проще, чем победить на полях сражений «тридцатьчетверку».

# ГВАРДЕЙСКИЙ РЕАКТИВНЫЙ МИНОМЕТ РСЗО «КАТЮША»

*В создании боевых машин реактивной артиллерии БМ-8, БМ-13 и БМ-31, получивших собирательное название «катюша», основной вклад внесли ученые и конструкторы ракетной техники: действительный член Академии артиллерийских наук, создатель отечественной школы баллистики Иван Платонович Граве (1874–1960); основатель и первый руководитель Газодинамической лаборатории (ГДЛ), изобретатель «самодвижущихся мин» Николай Иванович Тихомиров (1859–1930); начальник ГДЛ, главный инженер Ленинградского отделения Реактивного научно-исследовательского института (РНИИ), конструктор безоткатных орудий для стрельбы реактивными снарядами Борис Сергеевич Петропавловский (1898–1933); инженер-конструктор РНИИ, создатель первой советской ракеты на бездымном порохе Владимир Андреевич Артемьев (1885–1962); инженер-конструктор РНИИ, один из авторов теории горения порохов в камере ракетного двигателя Юрий Александрович Победоносцев (1907–1973); замначальника, главный инженер РНИИ, разработавший реактивные снаряды РС-82-мм и РС-132-мм Георгий Эрихович Лангемак (1898–1938); директор РНИИ Иван Терентьевич Клейменов (1898–1938); сотрудник РНИИ, разработчик боевого заряда и взрывателя особого рода Леонид Эмильевич Шварц (1901–1945); инженер-конструктор РНИИ, автор и разработчик пусковых установок для реактивных снарядов на самолетах и автомобилях Иван Исидорович Гвай (1905–1960) и многие другие.*

За полтора месяца до начала Великой Отечественной войны И.В. Сталин, выступая в Кремле перед выпускниками военных академий РККА, сказал: «Артиллерия – самый важный род войск. Артиллерия – бог современной войны». Сказано это было не ради красного словца: для будущего врага уже был заготовлен «гостинец» – гвардейский реактивный миномет «катюша», первая в мире батарея полевой реактивной артиллерии. Любопытный факт: постановление о срочном развертывании серийного производства реактивных снарядов (РС) М-13 и пусковой установки (ПУ), получившей официальное название БМ-13 (боевая машина 13), было подписано 21 июня 1941 г.



*РСЗО «катюша» в Военно-историческом музее артиллерии, инженерный войск и войск связи в Санкт-Петербурге*

К боевой мощи «катюши» за годы войны не смогла приблизиться ни одна полевая артиллерия противников и союзников СССР. Неприятель в полной мере оценил прелесть «катюши». Ведь по нему 30 тыс. этих красавиц выпустили 15 млн РС.

«Катюша» стала для фашистов полной неожиданностью. Первое «свидание» с ней состоялось 14 июля 1941 г. на станции Орша в Белоруссии. При отступлении наших войск на железнодорожных путях остались эшелоны с горючим. Командование 20-й армии поставило задачу батарее капитана И.А. Флёрова из семи БМ-13 нанести удар по железнодорожному узлу и не отдать составы в руки фашистов, уже хозяйничавших на станции. Батарея с расстояния 6 км выпустила 112 снарядов. Семь секунд – и «железнодорожный узел был стерт с лица земли, семь дней там никого не было».

А на следующий день флёровская батарея произвела налет на вражескую переправу через реку Оршица. После трех залпов батареи «фашисты два дня вывозили убитых и раненых, а восхищенный генерал Еременко дал блестящий отзыв о боевой эффективности нового оружия и предложил быстрее наладить его массовое производство».

Попавший после этого в плен немецкий офицер все спрашивал: «Что это? Что это страшное, наваливающееся на нас

сверху, как гнев божий?»

Фашисты прозвали гвардейский миномет «адской мясорубкой», за невыносимый рев летящих снарядов – «сталинским орга́ном» (он воистину был трубным гласом, сводящим с ума), а наши солдаты любовно – «катюшей». Существует несколько версий происхождения этого имени, но, скорее всего, по названию популярной песни М.И. Блантера на слова М.В. Исаковского.

«Катюша» – это реактивная система залпового огня (РСЗО), состоящая из ПУ, смонтированной на шасси грузового автомобиля, и комплекта РС, боевая машина реактивной артиллерии, в зависимости от калибра имеющая три основные модификации – БМ-8 (82 мм), БМ-13 (132 мм) и БМ-31 (310 мм).

Создание РСЗО явилось результатом многолетнего труда коллективов предприятий и организаций, занимавшихся созданием реактивного оружия. Наиболее существенный вклад в разработку миномета внесли ученые и конструкторы РНИИ.

История создания легендарной «катюши» так же легендарна, как и сам гвардейский миномет. Непростая, зачастую трагическая судьба многих ее создателей (связанная в основном с тем, что РНИИ был организован и курируем репрессированным в 1937 г. маршалом М.Н. Тухачевским), породила волну недобросовестных интерпретаций. Не станем опровергать эти версии, а сошлемся лишь на работу профессора В.С. Фоменко, крупнейшего специалиста по динамике и управлению ЖРД, бывшего заместителя генерального конструктора КБ им. академика М.К. Янгеля, «Кто же создал “катюшу”»?

Специалисты к «отцам» «катюши» относят несколько человек, главными из которых считаются Н.М. Тихомиров, И.П. Граве и И.И. Гвай. Есть и иные точки зрения, иные персоны, но это не суть важно. Они все внесли неоценимый вклад в создание «оружия Победы».

Основные работы по созданию боевого раективного оружия начались с организации в 1933 г. РНИИ (директор И.Т. Клейменов), в который вошли ленинградская ГДЛ (Газодинамическая лаборатория) и московский ГИРД (Группа изучения реактивного движения).

Боевые РС разрабатывались И.П. Граве, Н.М. Тихомировым и другими сотрудниками под началом Г.Э. Лангемака.

Граве и Тихомиров были самыми опытными и титулованными учеными института. У Граве (теоретика РС) был патент на боевые ракеты, стартующие с переносных станков.

Тихомиров прославился как разработчик «самодвижущихся мин». Совместно с В.А. Артемьевым ученый создал шашечный

бездымный пироксилиновый порох на нелетучем растворителе (тротиле), отличавшийся большой стабильностью и устойчивостью горения в камере двигателя РС и ставший основой последующих разработок ракетостроителей. В 1928 г. состоялся успешный запуск первой твердотопливной ракеты с порохом Тихомирова.

Разработкой рецептур ракетных порохов низкой себестоимости занимались также многие видные химики – А.С. Бакаев, Д.И. Гальперин и др. Когда к врагу попали несколько наших «катюш», немецким ученым не удалось воспроизвести советский бездымный порох.

В 1930 г. были готовы проекты и чертежи на 82-мм и 132-мм ракетные орудия и снаряды к ним. Под руководством Б.С. Петропавловского к 1931 г. были разработаны опытные образцы осколочно-реактивного снаряда РС-82-мм и осколочно-фугасного РС-132-мм с дальностью стрельбы 5–6 км. Большой вклад в разработку РС внес Г.Э. Лангемак.

В 1931 г. были проведены летно-полигонные испытания этих снарядов на самолетах И-4 и Р-5.

В последующие годы РС и ПУ прошли несколько стадий доработок. Наземные варианты отличались большим весом взрывчатого вещества и повышенной дальнобойностью.

В 1937 г. первые РС-82, РС-132 и ПУ для них были успешно испытаны на земле и в воздухе с самолетов. Через 2 года авиационный вариант РС прошел боевое крещение на Халхин-Голе. Японцы так и не разгадали секрет эффективного русского оружия.

В 1938 г. сотрудники РНИИ стали воплощать принципиально новую идею создания наземной многозарядной ПУ для ведения залпового огня, были пересмотрены конструкция и способы воспламенения РС.

Отработкой ПУ, их конфигурацией, расположением направляющих на кузове трехосного автомобиля (окончательно был принят продольный вариант), выбором самого автомобиля занимался И.И. Гвай.

Первой ПУ, получившей наименование БМ-13, стала конструкция из 16 рельсовых направляющих, смонтированных на шасси трехосного грузовика повышенной проходимости ЗИС-6. (В годы войны ПУ стали устанавливать на шасси американских «студебеккеров», поступавших к нам по ленд-лизу – около 25 000 автомобилей.)

Снаряд для БМ-13 был разработан группой Л.Э. Шварца и получил наименование М-13. Снаряд состоял из головной части и порохового реактивного двигателя – камеры сгорания с

помещенным в нее пороховым метательным зарядом в виде цилиндрических шашек с осевым каналом. Пирозапалы воспламеняли порох, образующиеся при горении газы истекали через сопло. Стабилизировал снаряд в полете хвостовой стабилизатор с четырьмя перьями. Особенность М-13 «была в том, что заряд подрывался с двух сторон и две взрывные волны встречались. Это повышало эффективность взрыва и температуру осколков (плюс остатки пороха двигателя) – вокруг все горело. Отсюда появился миф, что “катюша” имеет термитный заряд».

Залп производился замыканием электрической цепи с помощью прибора, находившегося в кабине водителя автомобиля.

В 1939 г. БМ-13 успешно выдержала полигонные испытания. Дальность стрельбы РС составила 8,5 км, вес боевой части – 5,5 кг тротила.

В марте 1941 г. прошли испытания «катюши» в присутствии руководства Наркомата обороны. В ноябре 1941 г. на фронтах уже действовало 45 дивизионов «катюш».

Согласно Директиве Ставки ВГК № 002490 от 1 октября 1941 г., предписывалось «дивизионы и батареи М-8 и М-13 применять только по крупным, разведанным целям (скопление пехоты, моторизованных частей, танков, артиллерии и по переправам)».

В ходе войны были созданы различные варианты РС и ПУ: БМ-13-СН, БМ-8–48, БМ-31–12, БМ-13Н и др. Самым мощным был сконструированный в 1943 г. РС М-31-УК, а самой эффективной ПУ – БМ-48, которая одним залпом выпускала 48 снарядов.

Потомком «катюши» стал РСЗО 9К51 «Град» калибра 122 мм, о котором стало широко известно после советско-китайского конфликта и событий на о. Даманский в 1969 г.

«Катюши» были настолько засекречены, что даже «запрещалось использовать команды “пли”, “огонь”, “залп”, вместо них звучали “пой” или “играй” (для запуска надо было очень быстро крутить ручку электрокатушки), что, возможно, тоже было связано с песней “катюша”. Да и для пехоты залп “катюш” был самой приятной музыкой».

# АВТОМАТ КАЛАШНИКОВА

*Конструктор-самоучка, изобретатель, писатель; общественный деятель; участник Великой Отечественной войны, командир танка; генерал-лейтенант; доктор технических наук, почетный профессор ИжГТУ; член 16 российских и зарубежных академий; начальник КБ Ижевского машиностроительного завода; заместитель главного конструктора ПО «Ижмаш», главный конструктор стрелкового оружия Советской армии; кавалер четырех десятков орденов и медалей, в том числе трех орденов Ленина; лауреат двух Сталинских, Ленинской, Государственной и иных премий; заслуженный работник промышленности СССР; почетный гражданин г. Ижевска, Алтайского края, Удмуртской Республики, села Курья Алтайского края; дважды Герой Социалистического Труда, Герой России, Михаил Тимофеевич Калашников (род. 1919) знаменит во всем мире как конструктор стрелкового оружия, прежде всего 7,62-мм автомата Калашникова (АК).*

К рейтингам и спискам деятелей науки и культуры можно относиться по-разному. Тем не менее они отражают меру заслуг человека, особенно когда о них знает весь мир. Так, например, в 2007 г. британской газетой «The Daily Telegraph» в список «Сто ныне живущих гениев» попали 3 россиянина, и один из них – М.Т. Калашников.

В этом перечне Михаил Тимофеевич занял 83-е место за то, что 7,62-мм автомат Калашникова – АК (за рубежом называемый АК-47, или по-простому «калаш») больше полувека занимает первое место как самое распространенное стрелковое огнестрельное оружие в мире. Специалисты утверждают, что в мире вообще на этот автомат приходится пятая часть всего стрелкового оружия. Почему? Да потому что он не подведет ни в пустыне, ни в болоте, и с ним легко управится даже подросток. Именно высочайшая надежность автомата и простота обслуживания завоевали ему прочный авторитет. Но в то же время простота – вовсе не значит незамысловатость: производство АК принадлежит к разряду наукоемких технологий.

Британский список гениев далеко не единственный, в котором фигурирует Калашников и его детище. АК вошел в Книгу рекордов Гиннесса; занял первое место в списке самых значимых изобретений XX в. («Liberation»); попал на 4-е место в списке «50 изделий, изменивших мир» («Playboy») и т. д. На Западе автомат вообще считают оружейным шедевром № 1. Это тем более удивительно, что там склонны более замалчивать

российские научно-технические достижения, нежели их приветствовать. Впрочем, в мире «людей стреляющих» всегда хватало, а уж они-то знают цену этому оружию.

*Автомат Калашникова (АК-47)*

В мире было выпущено свыше 70 млн серийных автоматов 18 модификаций – АК, АКС, АКМ, АК74, АК104 и т. д. СССР поставлял АК в 55 стран (сегодня автомат можно встретить в 106 странах). В 30 странах АК и АКМ выпускались по лицензии либо было организовано их самостоятельное производство. С учетом лицензионных и клонированных автоматов их число перевалило за 100 млн.

К созданию автомата Калашникова – командира танка – привели ранение и контузия. После госпиталя во время отпуска Михаил разработал и изготовил свой первый пистолет-пулемет, который привлек внимание специалистов. Калашникова направили на учебу, после которой конструктор продолжил службу на Центральном научно-исследовательском полигоне стрелкового вооружения Главного артиллерийского управления РККА. Там Калашников разработал в 1944 г. опытный образец самозарядного карабина – прототип будущего автомата. В 1946–1947 гг. конструктор создал высокоэффективный и надежный автомат, которому в конкурсе с известными конструкторами, представившими свои системы, отдали первое место. После доработки «7,62-мм автомат Калашникова образца 1947 г. (АК)» и «7,62-мм автомат Калашникова со складным прикладом» (АКС) в 1949 г. были приняты на вооружение Советской армии. Старшему

сержанту присудили Сталинскую премию I степени.

В разработке автомата принимали участие также конструктор А.А. Зайцев, руководитель полигонных испытаний В.Ф. Лютый и другие специалисты. Создание любого оружия – вообще процесс сложный и длительный; помимо первого лица – конструктора, в нем участвуют сотни специалистов: механиков, технологов, баллистиков, металловедов, отладчиков, испытателей и т. д.

В дальнейшем при серийном выпуске конструктору со своей командой пришлось дорабатывать отдельные узлы автомата – ствольную коробку, магазин, штык, дульные компенсаторы и т. п. При этом надежность и эффективность автомата изначально зиждилась на особенностях его конструкции: коротком узле запирания, вывешенном затворе, малой чувствительности к загрязнению и др. При доработке удалось повысить кучность стрельбы, эксплуатационные характеристики, особенно при использовании оружия в крайних климатических и экстремальных условиях.

«Новизна… этих систем заключалась в самой концепции оружия под промежуточный между пистолетным и винтовочно-пулеметным патрон и успешном создании технологии его массового производства, а в случае с АК – еще и доведении этого образца до уровня надежности, и сегодня считающегося для автоматического оружия эталонным».

Впервые в боевых условиях «калаш» применили во время венгерских событий 1956 г., во время Вьетнамской войны (1957–1964) он по своим боевым качествам заметно потеснил знаменитую американскую винтовку М-16, а после войны в Афганистане (1979–1989) и вовсе разошелся по всему миру как лучший образец этого вида оружия.

В 1959 г. на вооружение были приняты модернизированный образец АК – АКМ (по мнению профессионалов лучший из всех автоматов Калашникова по сумме боевых качеств) и пулемет на его основе – РКМ.

В 1970-х гг. стрелковое оружие перевели на т. н. малоимпульсные патроны с пулями уменьшенного калибра 5,45 мм для облегчения носимого боекомплекта. АК был модифицирован под эти стандарты, войска получили новый комплекс оружия, состоящий из автомата АК-74, ручного пулемета РПК-74 и малогабаритного автомата АКС-74У.

В середине 1990-х гг. на Ижмаше стали изготавливать новую серию автомата – серию 100. Сейчас проводятся испытания АК серии 200.

На базе АК были созданы также десятки модификаций боевого, спортивного, охотничьего стрелкового оружия – от

охотничьего карабина «Сайга» до 7,62-мм ручного пулемета Калашникова РПК. АК – пожалуй, единственное огнестрельное оружие, изображенное на государственных гербах и государственных флагах (Буркина-Фасо, Мозамбик, Зимбабве, Восточный Тимор и др.).

По мнению наших СМИ, в частности газеты «Новый взгляд,» Михаил Тимофеевич «на Западе должен был быть мультимиллиардером», а у нас явно не получил по заслугам. Может быть, и «недополучил» конструктор каких-то жизненных благ (его самого больше заботит другой вопрос – не лучше бы ему было изобрести газонокосилку?), но кто его знает, может, недополученное – цена за место в топ-листе гениев? Одно бесспорно: другие были всю жизнь у конструктора приоритеты – не получать, а отдавать.

# Физиология, медицина

# ВРАЧЕБНОВЕДЕНИЕ ПИРОГОВА

*Хирург, анатом, педагог, статистик, мыслитель, общественный деятель и реформатор, советник Николая I, почетный член многих иностранных академий, член-корреспондент Петербургской АН, участник Кавказской войны (1817–1864), Севастопольской обороны (1854–1855), Франко-прусской (1870–1871) и Русско-турецкой (1877–1878) войн, Николай Иванович Пирогов (1810–1881) разработал главные принципы хирургии как научной медицинской дисциплины, заложил основы военно-полевой хирургии, создал анатомо-экспериментальное направление в хирургии и топографическую анатомию, организовал службу сестер милосердия.*

Научных открытий и новшеств в медицине у Пирогова было столько, что их хватило бы на всех медиков той поры, а как педагог Николай Иванович воспитал плеяду первоклассных русских хирургов и врачей-клиницистов.

Очень трудно врачу, который имеет всегда дело с телесной сферой в человеке, – внушал Пирогов своим ученикам, – принять высшую реальность духа в человеке и идею бессмертия. И поскольку зло подстерегает человека еще до того, как он научится управлять своей жизнью, надо с младых лет бороться с собственным «подпольем». Именно в этом и заключается духовная жизнь человека.

Его учение не расходилось с делом. Он был честным и бесстрашным человеком – и под пулями противника, и под «стрелами» императорского двора. После поражения в Крымской кампании Пирогов на приеме во дворце высказал Александру II, что война – это травматическая эпидемия и Россия к ней оказалась неподготовленной, а также посетовал на бездарность командующего армией князя Меншикова и на продажность и казнокрадство чиновников. С этого момента хирург впал в немилость, вынужден был оставить медицину и ехать «с глаз долой» – попечителем Одесского и Киевского учебных округов. Но и там он, не прерывая хирургической практики и сделав много добрых дел на ниве народного образования, не сработался с местными чиновниками и был уволен – «по расстроенному здоровью», без пенсии. Николаю Ивановичу тогда было всего лишь 50 лет. Герцен ударил в «Колокол»: «Отставка Н.И. Пирогова – одно из мерзейших дел России дураков против Руси развивающейся».

А для всей страны Пирогов был образцом самоотверженного служения людям и критического отношения к себе и своему делу.

Врач бескорыстно лечил всех – от крепостных до членов царской семьи.

Научная карьера Пирогова была стремительна. После обучения с 14 лет в Московском и Дерптском университетах он совершенствовал свои знания в Берлине и Париже. В 22 года стал доктором медицины, в 26 лет – профессором хирургии в Дерптском университете, в 30 лет – профессором Медико-хирургической академии в Петербурге, а в 37 лет – членом-корреспондентом Российской АН. Последние 16 лет жизни хирург в своем имении в с. Вишня под Винницей (Украина) открыл бесплатную больницу, аптеку и передал землю крестьянам в дар. Лечиться к «чудесному доктору» съезжались больные со всей России.

*Приезд Николая Ивановича Пирогова в Москву на 50-летний юбилей его научной деятельности. Художник И.Е. Репин*

Еще в дерптской клинике врач стал копить клинические наблюдения, которые позднее составили систему новых врачебных знаний, по сей день оказывающих огромное влияние на развитие медицинской науки.

Темой диссертации Пирогова была перевязка брюшной аорты, за которую взялся однажды лишь один врач – английский хирург Э. Купер, и то неудачно. Десять пироговских пациентов выжили. После успешной защиты Пирогов стал творцом костнопластического метода ампутаций.

В 1837 г. увидела свет «Хирургическая анатомия артериальных стволов и фасций», в которой Пирогов указал коллегам наилучшие способы производства операций и перевязки артерий. Этот труд лег в основание новой науки – хирургической

анатомии.

В Медико-хирургической академии хирург стал инициатором создания первого в мире Анатомического института; кроме того, в его распоряжение было отдано свыше 1000 госпитальных коек. Ученый создал первую в России хирургическую клинику и основал еще одно направление медицины – госпитальную хирургию, после чего был назначен директором Инструментального завода, производившего хирургические инструменты.

Приняв участие в военных действиях на Кавказе, Пирогов в ауле Салты в первый раз применил перевязку бинтами, пропитанными крахмалом, которые оказались удобнее и прочнее, чем деревянные лубки. Также он впервые в истории медицины начал оперировать раненых с эфирным обезболиванием прямо на поле боя. В европейских странах в это время обезболивали морфием и вступили с Америкой в жестокую борьбу за право обладания методикой эфирного наркоза. И хотя американцы присвоили приоритет себе, нельзя забывать, что именно Пирогов первый и единственный из врачей провел 10 000 операций под эфирным наркозом. Что именно он после массы экспериментов на животных, а также наблюдений на здоровых и больных людях и на самом себе научно обосновал этот метод обезболивания; сконструировал маску для ингаляционного наркоза, используемую в медицине до сих пор; предложил методики прямокишечного и внутривенного наркоза.

Зенит славы Пирогова как хирурга пришелся на время его работы при обороне Севастополя, куда он прибыл по зову сердца. Одних только ампутаций за время обороны хирург сделал 5000. На фронте о мастерстве хирурга ходили легенды. Его даже просили как-то «привязать» голову к туловищу мертвого солдата.

По опыту Крымской войны Пирогов создал учение об общих принципах военно-полевой хирургии и об устройстве военно-врачебной администрации, отвечающей за лечебно-эвакуационное обеспечение войск и организацию медицинской службы.

Действенность учения была проверена практикой. Пирогов, пользуясь специальным указанием Николая I «принимать самостоятельные решения, не считаясь ни с какой субординацией», смог за короткий срок устранить хаос и неразбериху, царившие на перевязочных пунктах.

Хирург с бригадой молодых врачей обеспечивал личный состав индивидуальными перевязочными пакетами и обучал приемам наложения первичной повязки и остановки кровотечения;

организовал отряд носильщиков раненых;

сортировал раненых на пять категорий, оказывая тяжелораненым помощь прямо на поле боя, а легкораненых эвакуируя в тыл;

применил «сберегательную хирургию», отказавшись от ранних ампутаций;

употребил неподвижную гипсовую повязку, заменив ею свою же крахмальную;

привлек женщин к уходу за ранеными на фронте; Крестовоздвиженская община сестер попечения о раненых и больных породила в мире институт сестер милосердия, а также Красный Крест (позднее прибавился Красный Полумесяц);

провозгласил принцип разделения территории страны и тыла действующей армии на эвакуационные районы;

организовал перевозку раненых санитарными поездами.

При этом Пирогов ежедневно по 7 часов на трех столах делал с помощниками по 100 ампутаций. Операции он проводил стремительно, чтобы не мучить больного. Так, ампутацию бедра он делал за 3–4 минуты.

Хирург прославился также множеством новаций:

– высказав предположение о существовании болезнетворных микроорганизмов, дезинфицировал раны и мыл руки перед операцией;

– отказался от перевязки раненых бинтами, оставшимися после умерших;

– изобрел искусственный сустав;

– предложил ряд уникальных операций. «Бессмертной» называют остеопластическую операцию, когда при ампутации голени сохраняется пяточная кость, и больной может ходить, опираясь на собственную культю;

– когда ничего еще не знали о витаминах и антисептиках, держал больных на диете (дрожжи, морковь, рыбий жир), а при лечении ран использовал камфорный спирт, хлористую воду, йод, раствор азотнокислого серебра.

Отдельной главой биографии Пирогова стал его титанический труд по составлению анатомического атласа, по которому хирурги оперируют вот уже полтораста лет, нанося минимальные травмы больному.

Увидев на зимнем рынке на срезах распиленных частей коровьих туш контуры внутренних органов, Пирогов стал в анатомичке (при минусовой температуре) распиливать замороженные трупы на тонкие пластинки, с помощью которых составил первый анатомический атлас в натуральную величину. Этой «ледяной анатомией» (а также еще и «скульптурной», когда

органы оставались целыми), в которой тысяча рисунков, Пирогов занимался десять лет! «Топографическая анатомия, иллюстрированная разрезами, проведенными через замороженное тело в трех направлениях» (1851–1859) стала новой медицинской дисциплиной. Автору она принесла мировую славу и несколько Демидовских премий от АН. Ни до него, ни после «не было создано ничего, равного этому атласу по идее и ее осуществлению». Атлас и сегодня является основой для томографии.

В области патологической анатомии Пирогов был также одним из крупнейших исследователей. Вскрыл 11 600 трупов, он составлял подробный протокол каждого вскрытия. За классическое исследование «Патологическая анатомия азиатской холеры, с атласом» хирург также получил полную Демидовскую премию.

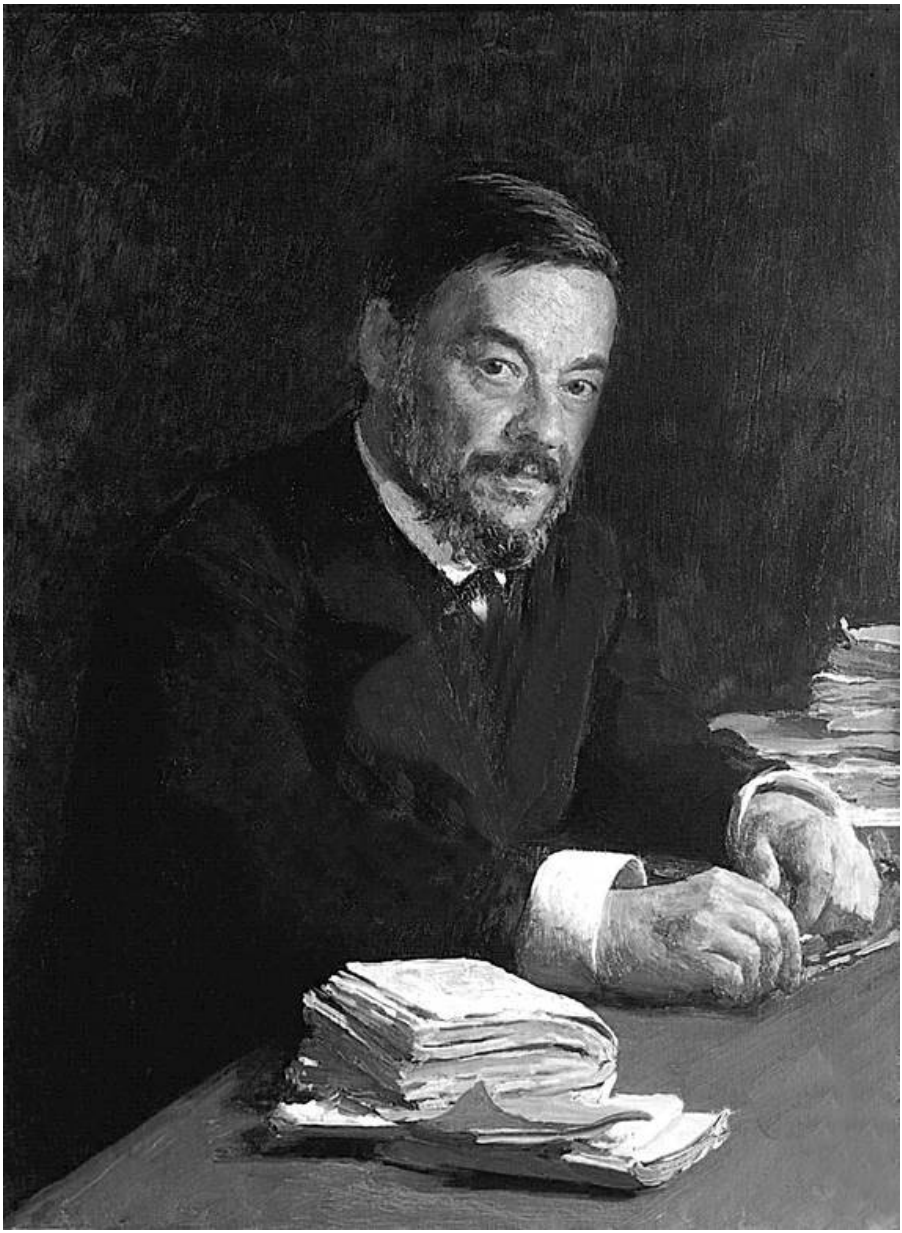
Даже собственную смерть Николай Иванович «использовал» для последнего своего открытия – нового способа бальзамирования. Останки Пирогова с согласия церковных властей были забальзамированы, положены в склеп и сохраняются ныне в Виннице.

«Народ, имевший своего Пирогова, имеет право гордиться, так как с этим именем связан целый период развития врачебноведения. Начала, внесенные в науку (анатомию, хирургию) Пироговым, останутся вечным вкладом и не могут быть стерты со скрижалей ее, пока будет существовать европейская наука, пока не замрет на этом месте последний звук богатой русской речи» (Н.В. Склифосовский).

# РЕФЛЕКТОРНАЯ ТЕОРИЯ СЕЧЕНОВА

*Физиолог и психолог, естествоиспытатель и мыслитель-материалист, публицист, лектор, общественный деятель; профессор Петербургской медико-хирургической академии, Новороссийского, Петербургского и Московского университетов, почетный член Императорской АН, основоположник и глава первой русской физиологической школы; один из основателей Бестужевских высших женских курсов; лауреат Демидовской премии, Иван Михайлович Сеченов (1829–1905) заложил основы объективной теории поведения, физиологии труда, возрастной, сравнительной и эволюционной физиологии, стал родоначальником отечественной физиологической школы и естественно-научного направления в психологии. Важнейшим достижением Сеченова является открытое им центральное торможение и свойства инертности нервной ткани, а также создание рефлекторной теории психической деятельности животных и человека.*

И.М. Сеченов любил повторять слово «работать» трижды – «работать, работать, работать» – и работал за троих. Иван Михайлович оставил триаду блестящих трудов – по физиологии нервной системы, химизму дыхания и физиологическим основам психической деятельности. «Едва ли какой из современных ему физиологов… обладал таким широким охватом в сфере своих собственных исследований, начиная с чисто физических исследований в области растворения газов и кончая исследованием в области нервной физиологии и строго научной психологии» (К.А. Тимирязев).



*Физиолог И.М. Сеченов. Художник И.Е. Репин*

На исследованиях ученого по физиологии дыхания и крови, газообмену, растворению газов в жидкостях и обмену энергии ныне базируется авиационная и космическая физиология. Целый ряд сконструированных Сеченовым приборов (например, кровяной насос) и методов были востребованы учеными и врачами долгое время, некоторые применяют и поныне. В этой области деятельности ученый впервые коснулся таких вопросов, как растворимость газа в растворе электролита (уравнение

Сеченова), газообмен человека, состояние углекислоты в крови, дыхательная функция крови, роли эритроцитов в переносе и обмене углекислоты и т. д. В активе физиолога первое в истории фундаментальное исследование влияния алкоголя на организм – докторская диссертация «Материалы к физиологии алкогольного опьянения».

На другом направлении научной деятельности Сеченова – рефлекторной теории психического – основана отечественная научная психология («Кому и как разрабатывать психологию» и др.).

Основой же всех исследований Сеченова была физиология нервной системы, которая сделала его «отцом русской физиологии» (И.П. Павлов) и «отцом» знаменитой научной школы русских физиологов, психологов, врачей. Сеченов, еще студентом университета отдав предпочтение теориям, а не «голому эмпиризму», не занимался практической медициной. Тем не менее лаборатория ученого была центром не только физиологических, но и фармакологических, токсикологических, медицинских исследований, ставших позднее вместе с теориями Ивана Михайловича предметом клинической медицины.

Почерпнув в юности некоторые идеи у знаменитых врачей и физиологов (в частности, у хирурга профессора Ф.И. Иноземцева – о влиянии нервной системы человека на многие болезни), Сеченов наполнил их новым содержанием и вернул вместе с множеством своих открытий новому поколению исследователей. Его идеи развивали в своих трудах И.П. Павлов, В.М. Бехтерев, А.А. Ухтомский, Н.Е. Введенский, Б.Ф. Вериго, Н.П. Кравков, Л.С. Выготский, В.П. Пашутин, А.Ф. Самойлов, И.Р. Тарханов и другие знаменитые физиологи и врачи.

Своей формулировкой физиология – наука, изучающая жизнедеятельность целостного организма, его частей, систем, органов и клеток в тесной взаимосвязи с окружающей природой, – обязана прежде всего Сеченову. Именно он первым обратил внимание на целостность организма, на его взаимосвязь с природой и обогатил науку исследованиями физиологии центральной нервной системы и нервно-мышечной физиологии. Сеченов провел на лягушках множество филигранных опытов, изучая влияние всевозможных разрезов и раздражений головного мозга на рефлекторные движения. Распространив рефлекторные принципы на деятельность головного мозга, физиолог первым выдвинул идею о рефлекторной основе психической деятельности, открыл центральное (сеченовское) торможение – особые механизмы в головном мозге, подавляющие либо угнетающие рефлексы, которое с тех пор наравне с возбуждением

стало вторым имманентным процессом центральной нервной системы. Тормозной центр в таламической области головного мозга получил название «сеченовского центра».

Первой фундаментальной работой Сеченова по физиологии нервной системы стала статья «Рефлексы головного мозга» (1863), опубликованная на французском, немецком и русском («Медицинский вестник») языках. Сочинение профессора Медико-хирургической академии взбудоражило не только научное сообщество и публику, но и власти, поскольку предлагала новый – революционный – взгляд на душу человека и его тело. Работа ученого вынесла бессмертную душу за скобки исследований как не имеющую к физиологии никакого отношения и оставила в человеке тело и то, что реагирует на скальпель, электрический ток и жизненные неурядицы – то бишь рефлексы, простые и сложные, осуществляемые по рефлекторной дуге, состоящей из приводящего пути, замыкательной и центробежной частей. «Все бесконечное разнообразие внешних проявлений мозговой деятельности сводится окончательно к одному лишь явлению – мышечному движению». Рефлекс, утверждал ученый, лежит и в основе памяти. С такой постановкой вопроса со временем согласилось большинство ученых, врачей и пациентов. И.П. Павлов назвал это сочинение «гениальным взмахом русской научной мысли».

В этом труде Сеченов впервые показал, что психическая жизнь человека и его поведение (то есть нервная система) зависят только от внешних раздражителей. (Позднее к внешней среде добавили еще и наследственность.)

Обосновывая рефлекторную природу сознательной и бессознательной деятельности, ученый доказал, что в основе всех психических явлений лежат физиологические процессы, которые могут быть изучены объективными методами. Современники по заслугам оценили открытие Сеченовым процесса торможения, а второе его «открытие ретикуло-спинальных влияний (влияний ретикулярной формации мозгового ствола на спинномозговые рефлексы) – получило широкое признание лишь начиная с 40-х годов XX века, после выяснения функций ретикулярной формации головного мозга» (профессор М.Б. Мирский).

Следующим фундаментальным трудом в развиваемом Сеченовым направлении стала его «Физиология нервной системы» (1866). Высказав впервые идею о саморегуляции и обратных связях, ученый закономерно пришел «к понятию о сигнале и об уровне организации сигналов как регуляторов поведения». Этими исследованиями в дальнейшем воспользовались разработчики кибернетики.

Нервно-мышечной физиологии был посвящен классический труд Сеченова «Физиология нервных центров».

Изучая раздражающее действие гальванических и индукционных токов на спинномозговые нервы лягушки, Сеченов открыл, что нервные центры обладают способностью «суммировать чувствительные, поодиночке не действительные раздражения (индукционные удары, приложенные к седалищному нерву) до импульса, дающего движение, если эти раздражения достаточно часто следуют друг за другом». Это явление суммации позднее было установлено в опытах на других животных и стало одним из блестящих достижений физиологии.

Экспериментальное подтверждение рефлекторная теория Сеченова нашла в трудах его главного продолжателя – И.П. Павлова, разработавшего метод объективной оценки функций высших отделов мозга – метод условных рефлексов.

У И.М. Сеченова, весьма заметной в России публичной фигуры, была одна черта, вызывающая к нему безграничное уважение и симпатию, – ученый был принципиальным противником каких бы то ни было юбилейных торжеств, связанных с его особой. За почти полувековой период служения науке и обществу профессор не допустил ни одного чествования и панегирика в свой адрес.

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА БОТ

*Врач-терапевт; участник Крымской (1853–1856) и Русско-турецкой (1877–1878) войн, противочумной и противохолерной борьбы; академик Медико-хирургической академии (МХА), почетный член Московского и Казанского университетов, 35 русских и 9 иностранных медицинских обществ; лейб-медик Александра II; родоначальник школы клиницистов, воспитавший 103 ординатора, 85 из которых стали докторами наук и 45 возглавили клиники; общественный деятель; тайный советник; профессор, заведующий кафедрой терапевтической клиники МХА, создатель первой в России экспериментальной лаборатории при этой клинике; организатор первой бесплатной амбулатории; инициатор создания в России первых бесплатных больниц для беднейшего населения; попечитель всех городских больниц и богаделен Санкт-Петербурга; председатель Комиссии по вопросу об оздоровлении России; организатор института санитарных врачей; председатель Общества русских врачей в Санкт-Петербурге; основатель «Эпидемиологического листка», «Клинической газеты», «Архива клиники внутренних болезней проф. Боткина» и других медицинских изданий; гласный столичной городской думы, Сергей Петрович Боткин (1832–1889) является автором 75 научных работ (и более 100 – научным руководителем), основоположником экспериментальной медицины.*

Что мы знаем о Боткине? Есть болезнь Боткина (инфекционная желтуха, гепатит А), больницы его имени в Москве, Петербурге и других городах. Многие читали у Чехова: «От чего умер ваш дядя?» – «Он вместо 15 капель Боткина, как прописал доктор, принял 16». Сюда же можно добавить пару высказываний самого Сергея Петровича: «Все болезни от нервов» и «Совет больному разумного человека гораздо лучше рецепта худого врача». Пожалуй, хватит, чтобы сказать, что Боткин – человек неординарный. Но это – лишь малая часть информации о русском клиницисте, внесшем великую лепту в развитие отечественной и мировой медицины, – всего лишь одна «капля Боткина». Сергей Петрович, автор множества открытий в самых разных областях медицины, слывший одним из лучших диагностов России, разбирался глубже своих коллег в существе болезни, ее происхождении (этиологии, патогенезе), методах лечения, потому что лечил «не болезнь, а больного человека».

*С.П. Боткин*

Общепризнано, что настоящим врачом можно стать, только восприняв боткинский дух. «Необходимо иметь истинное призвание к деятельности практического врача, чтобы сохранить душевное равновесие при различных неблагоприятных условиях его жизни, не впадая при неудачах в уныние или в самообольщение при успехах. Нравственное развитие врача-практика поможет ему сохранить то душевное равновесие, которое даст ему возможность исполнить священный долг перед ближним и перед родиной, что и будет обусловливать истинное счастье его жизни» (из речи С.П. Боткина, произнесенной в МХА 7 декабря 1886 г.)

Именно это нравственное развитие да еще несколько основных принципов клинициста и способны сформировать врачей-исцелителей.

Что же это за принципы, составившие основу учения С.П.

Боткина, легшие в основание современной медицины?

Провозгласив и основав Союз медицины и физиологии, Боткин фактически направил в русло развития отечественной медицины два потока – физиологическую школу И.П. Павлова и собственную клиническую, причем Сергей Петрович первым применил лабораторно-экспериментальный метод исследования в организованных им при клинике МХА и при других больницах лабораториях. Весь набор специальных лабораторных и инструментальных методов исследования, применяемых сегодня, – бактериологических, гематологических, биохимических, рентгенологических, электрокардиографических и др. – является детищем Боткина, возникшим при нем и при его учениках. Из этого метода ученого родились экспериментальная терапия и фармакология.

Первый принцип боткинского учения состоит в том, что в развитии болезни ведущее значение Сергей Петрович придавал нервной системе человека, в частности нервным центрам, управляющим физиологическими и патологическими процессами. Ученый впервые указал на такие центры (найденные позднее физиологами), отвечающие за температурный режим тела, потоотделение, кроветворение, управляющие внутренними органами (селезенкой, сердцем и т. д.). Клиницист подчеркивал при этом особую роль психического фактора (душевных переживаний). Многие идеи Боткина подтвердил своими исследованиями И.П. Павлов, называвший учение своего коллеги «нервизмом».

Второй принцип клинической медицины, логически вытекающий из первого, заключается в том, что болеет не отдельный орган или участок тела, а весь организм, то есть в первую очередь – нервная система человека. Подтверждение этому Сергей Петрович находил в своих исследованиях малокровия, суставного ревматизма, заболеваниях селезенки, пищеварительного тракта, легких. Такой подход помог Боткину, в частности, опровергнуть бытовавшее тогда в мире мнение немецкого ученого Р. Вирхова «о слизистой пробке в общем желчном протоке как причине так называемой катаральной желтухи и создал новое представление об этой болезни как о болезни общеинфекционной». В трудах русского ученого инфекционная патология вообще занимает особое место.

Третий принцип состоит в том, что «понятие о болезни неразрывно связано с ее причиной, которая исключительно всегда обусловливается внешней средой, действующей или непосредственно на заболевший организм, или через его ближайших или отдаленных родителей». Это направление стало

основой врачебной деятельности всех медиков мира, когда историю болезни прежде всего увязывают с внешней средой и наследственной предрасположенностью пациента.

При обязательном соблюдении этих трех общих принципов Боткин пропагандировал терапию индивидуализированную, «купирующую» и действующую на общие «физиологические приспособления» организма.

При этом надо иметь в виду, что боткинское учение вошло в сознание медиков и во врачебную практику не сразу и совсем не просто. Боткин потратил всю свою жизнь на доказательство коллегам и медицинскому сообществу справедливости своих постулатов.

Когда «смерть унесла с земли своего непримиримого врага» (Н.А. Белоголовый), России остались учение Боткина, научная школа экспериментальной медицины, петербургские больницы, о которых на заседании Берлинского медицинского общества было сказано, что под влиянием Боткина они были «поставлены как в научном, так и во врачебном отношении настолько хорошо, что нам приходится для себя желать того же».

Одной из главных новаций, предложенных обществу, была идея Боткина о медицинской профилактике населения. «Главнейшие и существенные задачи практической медицины – предупреждение болезни, лечение болезни развившейся и, наконец, облегчение страданий больного человека» – этот гигиенический (профилактический) принцип Боткина стал основой современной медицины.

Поскольку в XIX в. болезням были подвержены преимущественно бедные слои населения, Сергей Петрович не раз обращался с призывом к властям и городской думе, к состоятельным и влиятельным людям помочь не только обездоленным, но и самим себе:

«Не говоря уже о целях гуманных, одно чувство самоохранения должно бы, кажется, вызвать деятельную помощь неимущим ближним со стороны всех, у кого на то есть хоть какие-нибудь средства. Пусть же люди, имущие и влиятельные… помогают деятельности врачей своим материальным пособием, хоть бы только потому, что отсутствие гигиенических мер в жизни бедного народонаселения при скученности больных сильно способствует развитию холерного яда, который, разносясь в воздухе, не минует и великолепных палат богача».

Увы, к призыву Боткина прислушиваются мало, хотя прогноз клинициста подтверждается каждый раз.

# ХИРУРГИЯ СКЛИФОСОВСКОГО

*Ученый-хирург, педагог, общественный деятель; участник (военно-полевой врач, консультант Красного Креста) Австро-прусской (1866), Франко-прусской (1870–1871), Балканской (1876) и Русско-турецкой (1877–1878) войн; директор Императорского клинического института великой княгини Елены Павловны в Санкт-Петербурге, создатель университетских клиник на Девичьем поле, председатель XII Международного конгресса врачей в Москве (1897); редактор журналов «Хирургическая летопись» и «Летопись русских хирургов»; профессор и декан, а также заведующий хирургической клиникой медицинского факультета Московского университета, автор 114 научных работ по хирургии, Николай Васильевич Склифосовский (1836–1904) прославился огромным вкладом в развитие антисептики и асептики в России, своими полостными операциями, в первую очередь брюшной полости, формированием военно-полевой хирургии как самостоятельной науки. Мировую известность получила хирургическая школа Склифосовского.*

На Балканской и Русско-турецкой войнах Н.В. Склифосовскому при переправе через Дунай, во время боев под Плевной и на Шипке приходилось оперировать иногда по четверо суток подряд без отдыха и сна, под пулями противника, довольствуясь между отдельными операциями разве что глотком-другим вина. Тогда через руки генерала-хирурга прошло более 10 000 раненых. Другой участник этих войн, профессор Н.И. Пирогов, аттестовал коллегу как блестящего хирурга. Склифосовский не остался в долгу перед своим наставником и вывел русскую хирургию, основанную Пироговым, на путь широчайшего развития. Это произошло уже в 1880-е гг., спустя четверть века после того, как студент Николай Склифосовский во время своей первой операции от смятения чувств упал в обморок. Позднее с ним случались обмороки, но уже только от безмерной усталости за операционным или письменным столом. Склифосовский довершил дело Пирогова по формированию военно-полевой хирургии как самостоятельной науки. Мировую известность приобрели труды ученого «Перевозка раненых на войне», «Наше госпитальное дело на войне», «О ранении брюшины» и др.

*Н.В. Склифосовский*

В Дунайской армии Склифосовский ввел строгий гигиенический режим, внедрил сортировку раненых на четыре категории – нетранспортабельных (с проникающими ранениями груди и живота, со сложными огнестрельными ранениями крупных суставов), подлежащих немедленному гипсованию, получающих простую перевязку и легкораненых. Жестко определил сроки эвакуации, для чего использовал разные способы перевозки больных, в том числе железную дорогу. Во избежание вспышек инфекций рассредоточивал раненых по госпиталям и отдельным палаткам. Для усиления лазаретов создал подвижные «летучие команды», работавшие в местах наибольшего скопления раненых. Все эти нововведения поставили Склифосовского на один уровень с новатором военно-полевой медицины Пироговым.

Что же нового внес Склифосовский не только в военно-

полевую, а в общую хирургию Пирогова?

Прекрасно зная хирургические школы Европы, будучи в курсе главных достижений европейской науки, неизменно поддерживая связь с западноевропейскими клиниками и участвуя в международных съездах врачей, Николай Васильевич тем не менее лучшей хирургической школой признавал пироговскую.

До Склифосовского во многих (особенно для бедных) клиниках оперировали редко. Ограничивались вскрытием затеков и гнойников да ампутациями. Палаты были настоящими душегубками. Николай Васильевич первым стал наводить порядок в лечебных учреждениях. Он, едва ли не единственный после Пирогова хирург того времени, оценил преимущества антисептики и последовательно начал внедрять ее в практику. Карболовую кислоту заменил йодоформом и раствором сулемы. Ввел горячую обработку инструментов, перевязочных материалов и медицинского белья в изобретенном им аппарате с нагретым воздухом.

Склифосовский ввел тщательную обработку рук хирурга и его помощников перед операцией. Использовал хирургические инструменты с гладкими и никелированными поверхностями и менял их в ходе операции. Употреблял вату, марлю, ирригаторы (приборы для промывания ран и полостей тела) и др. Предписал перевязки производить только врачам, и грязные повязки немедленно сжигать.

Внедрение эфирного и хлороформного наркоза, антисептики и асептики избавили больных от мучений и ликвидировали огромную (до 80 %) послеоперационную смертность от гангрен, гнойных и гнилостных воспалений, гнилостных и гноекровных раневых осложнений. Это стало вообще поворотным моментом в истории российской (да и не только) медицины. Именно тогда зародилась неотложная хирургия.

Многие тяжелые болезни, с которыми большинство врачей того времени не могло справиться, Склифосовский перевел в разряд излечимых. Недаром его руки называли «золотыми». Некоторые уникальные операции, проведенные им впервые, стали классическими в мировой хирургии. Оперативное лечение мозговых грыж, грыж брюшной стенки, рака языка и челюстей, рака пищевода, желудка, зоба, гортани, оперативное удаление камней мочевого пузыря, яичников, хирургическое лечение заболевания желчного пузыря. Впервые осуществил операцию – т. н. «пуговицу Мерфи» и применил пузырчатый шов.

Немало сил хирург отдал разработке методики операций на сосудах, костях, суставах, мочеполовых органах, органах брюшной и грудной полостей, лечению деформаций конечностей

и врожденных дефектов – например, расщелин твердого нёба. Впервые заместил дужки позвонков свободным трансплантатом. Проводил костно-пластические операции при лечении ложных суставов, предложив (совместно с И.И. Насиловым) операцию, известную в мире как «русский замок», или «замок Склифосовского».

В челюстно-лицевой хирургии Склифосовский стал пионером операций при больших дефектах лица. Впервые в мире хирург применил местное обезболивание раствором кокаина, сконструировал аппарат, позволяющий поддерживать наркоз, с помощью такого аппарата произвел редкую операцию – резекцию обеих половин верхней челюсти.

Николай Васильевич первым предложил послеоперационное ортопедическое лечение больных, методы ухода за ними, где очень важную роль играли организация кормления и поддержание морального состояния пациента.

Особое внимание Склифосовский в 1860–1870 гг. уделял абдоминальной хирургии (операциям, проводимым на различных органах брюшной полости, таких как желудок, кишечник, печень, желчный пузырь, поджелудочная железа и селезенка) и гастростомии (хирургической операции, заключающейся в создании искусственного наружного свища желудка).

Чтобы устранить отрицательное влияние возникающих при операциях на органах брюшной полости раздражений, Склифосовский дал ряд практических советов, сохранивших свое значение и в настоящее время, – по температурному режиму операционной и по предотвращению развития токсемии.

Склифосовский оказал влияние на развитие желудочной хирургии, на зарождение хирургии печени и желчных путей, разработал технику операций на мочевом пузыре. Разработанные врачом принципы хирургического вмешательства в полостные органы прочно вошли в практику, использующиеся и по сей день.

Заслугой Склифосовского явилось внедрение в хирургическую практику с 1898 г. рентгенологических исследований.

Склифосовский стал «отцом» отечественной стоматологии, основоположником научного зубоврачевания. Хирург был прекрасным теоретиком, диагностом и «оператором» этой новой науки.

114 научных работ, в которых Склифосовский отразил личный опыт и новаторские идеи, стали ценным вкладом в сокровищницу мировой науки.

Профессор оставил знаменитую хирургическую школу учеников и последователей – И.К. Спижарного, И.Д. Сарычева,

М.П. Яковлева, В.И. Добротворского, И.М. Чупрова, А.Н. Сахарова, Г.И. Вильгу, П.А. Резвякова, В.И. Кормилова, З.В. Яновского, В.А. Красинцева и др.

На мраморной плите надгробия Н.В. Склифосовского надпись на латинском и русском языке: «Светя другим, сгораю сам».

# ПСИХИАТРИЯ КОРСАКОВА

*Врач-психиатр, доктор медицины, профессор медицинского факультета Московского университета; основоположник московской психиатрической школы; директор психиатрической клиники; общественный деятель; учредитель Московского общества невропатологов и психиатров; председатель правления Пироговского общества русских врачей; председатель Общества вспомоществования нуждающимся студентам; инициатор создания первого в России «Журнала невропатологии и психиатрии»; кавалер ордена Святого Станислава 2-й степени, Сергей Сергеевич Корсаков (1854–1900) известен как реформатор психиатрических учреждений в России, создатель теории организации психиатрической помощи населению, первооткрыватель психопатологического амнестического синдрома, названного его именем.*

Три рода деятельности врача-психиатора С.С. Корсакова оставили в России добрую память о нем: научно-исследовательская, преподавательская и коренное преобразование лечения и ухода за душевнобольными. К этому можно добавить еще и знаменитую научную школу: В.П. Сербского, П.Б. Ганнушкина, Н.Н. Баженова, В.И. Яковенко, П.П. Кащенко, А.А. Токарского, Н.А. Бернштейна и др., определившую пути развития отечественной психиатрии и утвердившую ее мировое значение. Корсаков «в своем лице сделал психиатрию психологичной, а психологию психотерапевтичной» (В.Л. Леви). Трудно выделить что-то первостепенное из огромного вклада Корсакова в развитие психиатрии. Благодаря Корсакову с конца XIX в. в научном мире стали особо выделять русскую психиатрию. В чем же ее национальный колорит?

*Памятник С.С. Корсакову перед Клиникой психиатрии ММА. Скульптор С.Д. Меркуров*

До Корсакова в психиатрии господствовало симптоматическое направление, рассматривавшее отдельные симптомы или комплексы симптомов как самостоятельные заболевания (меланхолия, мания и др.). Корсаков одним из первых определил, что симптомы присущи определенным заболеваниям или нозологическим началам и ввел в психиатрии

понятие синдрома как комплекса симптомов. Так, например, врач описал клинику шизофрении как отдельного заболевания, назвав его «дизнойя».

Рассмотрев психоз как болезненный процесс с определенными стадиями, в основе которого лежат нарушения физиологического плана, ученый составил первую классификацию психических заболеваний, чем создал нозологическое течение в изучении психических болезней. Одновременно врач разрабатывал вопросы лечения, профилактики и организации психиатрической помощи.

В этой классификации психических заболеваний, которую принято считать «наивысшим достижением симптоматологечсской психиатрии конца XIX века», достойное место занимает открытое и всесторонне исследованное Корсаковым заболевание – полиневритический психоз, представляющий собой тяжелую форму алкогольной энцефалопатии и вообще алкоголизма.

Впервые ученый описал эту болезнь, проявляющуюся в форме алкогольной полинейропатии (поражении периферических нервов) с выраженными расстройствами памяти: провалами, нарушением ориентировки во времени, ложными воспоминаниями, безудержными фантазиями, в 1887 г. – диссертация на степень доктора медицины «Об алкогольном параличе».

Данный психоз Корсаков исследовал несколько лет. В 1889–1890 гг. психиатр опубликовал фундаментальные работы «Несколько случаев своеобразной церебропатии при множественном неврите» и «Болезненные расстройства памяти и их диагностика» и сделал доклад «Об одной форме душевной болезни, комбинированной с дегенеративным полиневритом» на Интернациональном медицинском конгрессе.

Болезнь оказалась шире частного описания психиатра – она подошла не только к больным, чей мозг поражен алкоголизмом, но и к целому ряду неврологических заболеваний: опухолям и инфарктам мозга, черепно-мозговым травмам, лимбическому и герпетическому энцефалиту, болезни Альцгеймера и т. д., в связи с чем находилась в разработке ученых на протяжении многих десятилетий, превратившись в конце концов в сложную психиатрическую проблему, неисчерпаемый источник для исследователей этого явления с психопатологической стороны. Этот вопрос решали ученики и ближайшие последователи Корсакова – прежде всего В.П. Сербский и Т.А. Гейер, французский психиатр Г. Жоли, немецкие К. Бонгеффер и Э. Крапелин и др.

В знак признания выдающихся заслуг русского ученого перед мировой психиатрией на XII Международном съезде врачей в Москве (1897) полиневритический психоз был назван «корсаковской болезнью», или «корсаковским амнестическим синдромом».

В классическом «Курсе психиатрии» (1893) Корсаков ратовал за гуманное отношение к больным, за государственную помощь психически больным людям, за профилактические меры по предотвращению психических заболеваний.

У Корсакова слова не расходились с делом. О невыносимо тяжелом положении больных в психиатрических больницах России второй половины XIX в. осталось много документальных и литературных свидетельств, самым ярким из которых является повесть А.П. Чехова «Палата № 6». (Справедливости ради стоит заметить, что положение душевнобольных в западных клиниках было еще более ужасающим: например, американские врачи стерилизовали и кастрировали своих «психов».) Больных держали в смирительных рубашках, в цепях, за решетками, как арестантов.

Корсаков первым осмелился ввести в своей московской психиатрической клинике систему «нестеснения», постельный режим, сестринский уход, патронаж и призрение на дому, уровняв душевнобольных с прочими больными гражданами. Для медперсонала разработал правила обращения с больными. Сам врач дневал и ночевал в своей клинике, «усмирял» пациентов словом и заботой, приобщал их к искусству, беседовал с ними по душам обо всем, кроме болезни, играл в шахматы… Больные, оказавшись почти в домашней обстановке, «приходили в себя», более того – выздоравливали. И никаких эксцессов, нарушающих покой обывателей, не наблюдалось.

Начиная с 1895 г. многие провинциальные психиатрические клиники России по инициативе и при деятельном участии Корсакова стали также отказываться от горячечной (смирительной) рубашки, связывания, от изоляторов и решеток на окнах, озаботились облагораживанием интерьеров палат и коридоров, стали вводить трудотерапию…

Все это было сделать очень непросто в условиях, когда страна напоминала палату № 6. Тем не менее целенаправленная подвижническая деятельность Корсакова, разработавшего систему организации психиатрической помощи, привела к коренной реформе психиатрических учреждений в России.

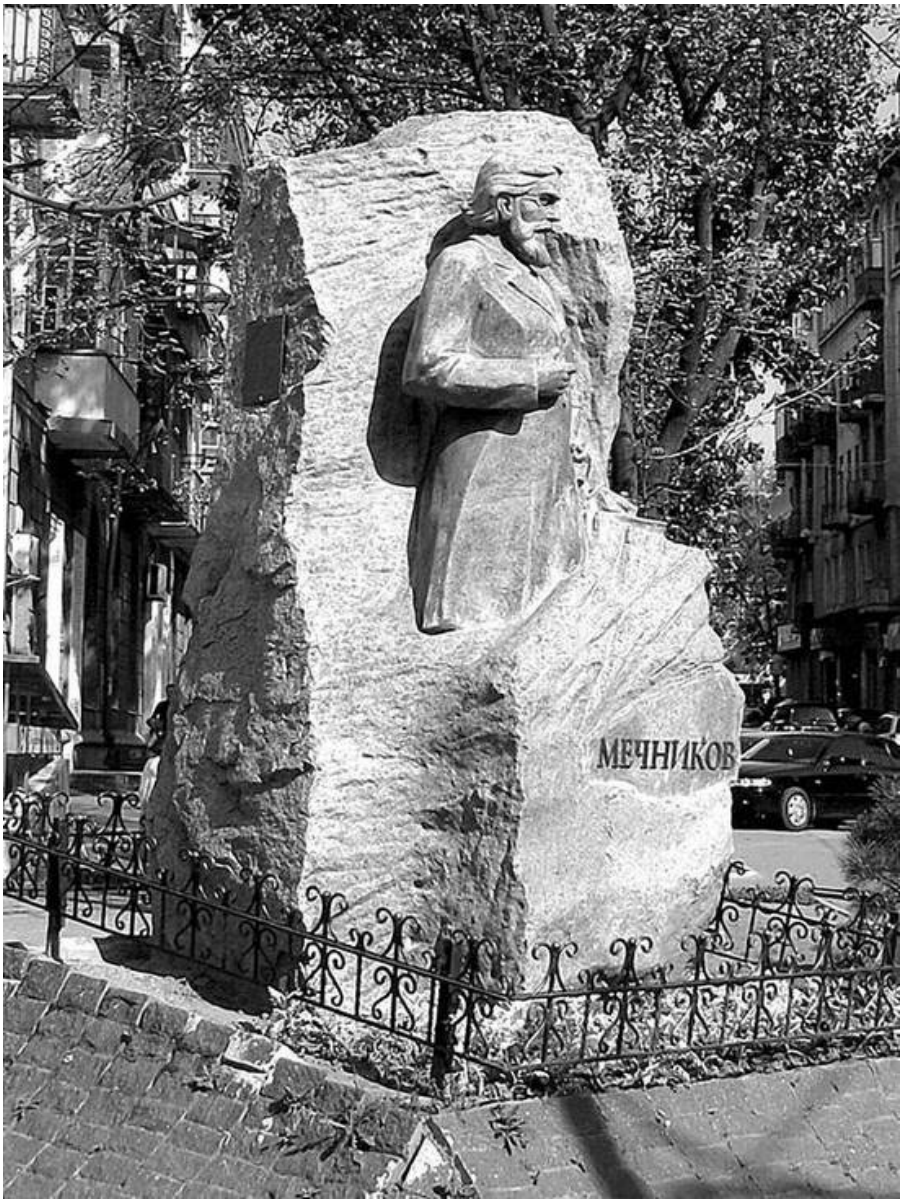
С каждым годом возрастает актуальность заветов психиатра, чье жизненное кредо «определялось беззаветным служением России, помощью страждущим, охранением народного здравия»: «Живая душа должна быть во всем и, прежде всего, в индивидуализации

каждого больного. Больной не должен быть номером, а должен быть личностью, хорошо знакомой всем лицам персонально, которые имеют к нему отношение».

# ФАГОЦИТАРНАЯ ТЕОРИЯ ИММУНИТЕТА МЕЧНИКОВА

*Зоолог, эмбриолог, физиолог, бактериолог, иммунолог, патолог; лектор, пропагандист; создатель первой русской школы микробиологов, иммунологов и патологов; профессор Новороссийского университета; почетный доктор Кембриджского университета; почетный член Петербургской АН, член Французской академии медицины, Шведского медицинского общества и других зарубежных АН, научных обществ и институтов; организатор и руководитель первой в России Одесской бактериологической станции для борьбы с инфекционными заболеваниями; создатель и заведующий лабораторией в Пастеровском институте (Париж), заместитель директора этого института; лауреат премии К. Бэра (вместе с А.О. Ковалевским), Нобелевской премии по физиологии и медицине (совместно с П. Эрлихом); обладатель медали Копли Лондонского королевского общества и других наград и знаков отличия, Илья Ильич Мечников (1845–1916) является одним из основоположников эволюционной эмбриологии, творцом сравнительной патологии воспаления, первооткрывателем фагоцитоза и внутриклеточного пищеварения, родоначальником научной геронтологии. Выдающимся достижением биолога стала его фагоцитарная теория иммунитета.*

Убежденный и не раз наученный горьким опытом, что «в России на кафедрах хорошие чиновники предпочтительнее самых выдающихся ученых», И.И. Мечников своей научно-педагогической деятельностью занимался большей частью за пределами нашей страны в добровольном изгнании в Италии, Германии, Франции. Тем не менее все свои труды Илья Ильич посвятил России, печатал их на русском языке в российских изданиях, поддерживал постоянную связь с русскими учеными, основал первую русскую научную школу микробиологов, иммунологов и патологов, из стен которой вышло немало выдающихся исследователей. Многогранная деятельность ученого затрагивала самые разные области биологии и медицины, но наиболее впечатляющих научных результатов Мечников добился в эмбриологии и геронтологии, а также в иммунологии и примыкающей к ней патологии. Вкратце скажем о первых двух и подробнее остановимся на трудах биолога по иммунитету.




*Памятник И.И. Мечникову в Харькове. Скульптор С. Гурбанов*

За исследования по эмбриологии беспозвоночных (головоногих моллюсков, насекомых, ресничных червей – планарий), подчиненные сверхзадаче – доказательству эволюции, Мечников вместе с зоологом А.О. Ковалевским получил престижную премию К. Бэра. Ученые установили единство развития позвоночных и беспозвоночных животных и заложили основы новой отрасли биологии – эволюционной эмбриологии. Мечников выдвинул также теорию паренхимеллы (фагоцителлы) – вымершего предка многоклеточных животных,

сыгравшую большую роль в развитии эволюционного учения.

Выясняя вопросы старения человека, Мечников установил несколько причин, влияющих на преждевременную старость и смерть. Прежде всего – это самоотравление организма микробными и прочими ядами. Для оздоровления кишечной флоры биолог предложил целый ряд проверенных, в том числе и на себе, мер: стерилизацию пищи, кисломолочные продукты (болгарский йогурт – простокваша, заквашенная с помощью болгарской палочки, кавказский кефир), живую культуру микроорганизмов – пробиотики, ограничение потребления мяса и т. п. Мечников полагал, что жизнь человека должна быть долгой и счастливой и завершаться «спокойной естественной смертью». Для этого нужно одно умение – «жить правильно». Это состояние ученый нарек ортобиозом («Этюды о природе человека», 1903; «Этюды оптимизма», 1907). Для большинства людей это учение скорее утопия, но для его приверженцев – панацея от многих болезней и досрочного увядания.

Путь Мечникова к фагоцитарной теории иммунитета был долгий и трудный. К тому же он сопровождался непрерывными войнами с противниками этого подхода.

Начался он в Мессине (Италия), где ученый наблюдал за личинками морской звезды и морскими блохами. Патолог заметил, как блуждающие клетки (названные им фагоцитами – пожирателями клеток) этих созданий окружают и поглощают чужеродные тела, а заодно резорбируют (рассасывают) и уничтожают другие ткани, не нужные более организму. К идее фагоцитов Мечников пришел ранее при изучении внутриклеточного пищеварения в подвижных клетках соединительной ткани беспозвоночных (амеб, губок и др.), когда клетки захватывают твердые пищевые частицы и постепенно их переваривают. У высших животных типичными фагоцитами являются белые клетки крови – лейкоциты.

В этой борьбе между фагоцитами организма и поступившими извне микробами и в сопровождающем эту борьбу воспалении Мечников усмотрел суть любой болезни, ее философию, если угодно. Эксперименты биолога были гениальными в своей простоте. Искусственно вводя в тело личинки инородные тела (например, шип розы), ученый демонстрировал их захват, изоляцию или уничтожение фагоцитами. Достаточно прозрачные (как морская звезда) доводы русского ученого хоть и взбудоражили научную общественность, но и настроили ее против данной трактовки заболевания организма.

Дело в том, что многие биологи (особенно немецкие – Р. Кох, Г. Бухнер, Э. Беринг, Р. Пфейфер) были поборниками возникшей в

то же время т. н. гуморальной теории иммунитета, согласно которой чужеродные тела уничтожаются не лейкоцитами, а другими веществами крови – антителами и антитоксинами. Как оказалось, этот подход правомерен и согласуется с фагоцитарной теорией.

Исследуя фагоциты десятки лет, Мечников заодно изучал холеру, тиф, сифилис, чуму, туберкулез, столбняк, другие заразные заболевания и их возбудителей. Именно изучение иммунитета при инфекционных заболеваниях человека и животных – от простейших до высших позвоночных – с позиций клеточной физиологии, специалисты отнесли к главной заслуге русского ученого. Тем более что результаты его исследований стали фундаментом новой отрасли биологии и медицины – сравнительной патологии, а решенные школой Мечникова вопросы бактериологии и эпидемиологии – основой современных методов борьбы с инфекционными заболеваниями.

Первый доклад из серии многочисленных работ, посвященных фагоцитарной (целлюлярной) теории, – «О целебных силах организма» Мечников сделал на 7-м съезде русских естествоиспытателей и врачей в Одессе в 1883 г. В своих «Лекциях по сравнительной патологии воспаления» (1892) биолог обосновал представление о патологических процессах как о реакциях организма, его «норме». Итогом многолетних исследований иммунитета стал классический труд Мечникова «Невосприимчивость в инфекционных заболеваниях» (1901). В нешуточной борьбе идей ученому удалось отстоять свою теорию.

«Биология и медицина обязаны И.И. Мечникову… существенными широкими обобщениями, положившими начало ряду наиболее прогрессивных направлений современной биологии и медицины». А мы все – потребители научных достижений русского ученого – еще и его раздумий о жизни, смерти, физическом и нравственном здоровье человека. «Решение задачи человеческой жизни должно неизбежно повести к более точному определению основ нравственности. Последняя должна иметь целью не непосредственное удовольствие, а завершение нормального цикла существования».

В 1908 г. И.И. Мечникову была вручена Нобелевская премия по физиологии и медицине «за труды по иммунитету». В приветственной речи говорилось о том, что «Мечников положил начало современным исследованиям по… иммунологии и оказал глубокое влияние на весь ход ее развития». Поскольку к тому времени ученый уже более 20 лет жил во Франции и работал в Пастеровском институте, Нобелевский комитет сделал официальный запрос – является ли будущий нобелиат русским

или французом? «Илья Ильич с гордостью ответил, что он всегда был и продолжает быть русским» (Д.Ф. Острянин).

# ИССЛЕДОВАНИЕ МОЗГА БЕХТЕРЕВЫМ

*Врач, невропатолог, психиатр, физиолог, морфолог, психолог; профессор, заведующий кафедрами Казанского университета, Военно-медицинской академии, Женского медицинского института; родоначальник и глава школы объективной психологии и рефлексологии; действительный член Казанского, Петербургского и Итальянского общества неврологов и психиатров; устроитель клинического отделения в Казанской окружной лечебнице и психофизиологической лаборатории при Казанском университете; начальник Военно-медицинской академии, директор клиники при академии, основатель первого в мире нейрохирургического отделения; организатор и руководитель первого в России Психоневрологического института; создатель музея нервной системы – Института мозга (Государственный рефлексологический институт по изучению мозга им. В.М. Бехтерева); основоположник и главный редактор журнала «Неврологический вестник»; член медицинских советов МВД, при военном министре, дома призрения душевнобольных; действительный статский советник, депутат Петербургского (Ленинградского) Совета; лауреат Премии им. К.М. Бэра Российской АН, кавалер золотой медали Российской АН, серебряной медали Общества русских врачей; заслуженный деятель науки РСФСР, Владимир Михайлович Бехтерев (1857–1927) является автором 700 научных работ, в том числе нескольких фундаментальных монографий, в основном посвященных изучению деятельности головного мозга и нервной системы.*

Научные интересы В.М. Бехтерева столь обширны, что охватить их все в коротком очерке не представляется возможным. Все изыскания ученого в области морфологии и физиологии нервной системы, клинической невропатологии и психиатрии, анатомии и психологии, гипноза и социальной психологии настолько тесно связаны друг с другом, что их невозможно расчленить и рассмотреть вне создаваемого всю жизнь Владимиром Михайловичем (и так и не созданного им) целостного учения о человеке. Туда же можно отнести работы ученого по анализу поведения ребенка раннего возраста, половому воспитанию детей, лечению алкоголизма… Идеи Бехтерева о всестороннем изучении человека получили свое продолжение в последующем развитии отечественной и мировой психологии, хотя и используются еще далеко не в полной мере.

Начиная с докторской диссертации на тему «Опыт клинического исследования температуры тела при некоторых формах душевных болезней» (1881) Бехтерев занимался буквально всеохватным познанием головного мозга и нервной системы. Разнообразные исследования Владимира Михайловича в области невропатологии, нейроморфологии, нейрофизиологии и т. д. оставили в истории медицины названия морфологических структур нервной системы, симптомов, болезней, которые навечно связаны с именем ученого. К ним относятся ядро, пучок, центральный путь покрышки, скуловой феномен Бехтерева; 15 рефлексов и 10 симптомов Бехтерева; акроэритроз, хореическая эпилепсия, болезнь Бехтерева (анкилозирующий спондилоартрит) и т. д.

*В.М. Бехтерев проводит сеанс гипноза. 1913 г.*

Чтобы составить какое-то представление о вкладе Бехтерева в отечественную и мировую науку о мозге, ограничимся работами исследователя в области неврологии, поскольку именно в ней

ученый получил самые впечатляющие результаты.

Параличами, нарушениями чувствительности, судорогами, мигренями и пр. люди болеют, сколько живут. Египтяне, индийцы, таджики, европейцы тысячи лет искали средство спасения от этой напасти. Изучая нервную систему человека, описывая клинические проявления болезней, методы их диагностики и лечения, медики по крупинке формировали науку, которая позволила бы им решить эту весьма болезненную проблему человечества.

Возникнув в Средние века, неврология как наука сформировалась в XIX в., когда были систематизированы патологоанатомические исследования, появилась возможность заняться химическим исследованием мозга, фиксировать и окрашивать нервную ткань, наблюдать серийные срезы под микроскопом. В изучение физиологии нервной системы огромный вклад внесли три русские школы невропатологии (московская, петербургская и казанская): А.Я. Кожевников, И.М. Сеченов, И.П. Павлов, Н.Е. Введенский, А.А. Ухтомский, И.П. Мержеевский, В.М. Бехтерев и др.

К тому времени наименее изученным органом человека из-за низких экспериментальных возможностей исследований был головной мозг. Структура мозга, его строение были практически неизвестны. Но и для него, по остроумному замечанию одного из биографов Бехтерева, в конце XIX в. настала эпоха «великих географических открытий». «Карты мозга уточнялись, обрастали деталями. Они и поныне сохраняют самые причудливые названия своих областей, островов и закоулков: роландова борозда, варолиев мост, морской конек, лира Давида, турецкое седло, запятая Шульца. В перечне названий много имен, и имя Бехтерева повторяется там трижды – много ли можно насчитать первооткрывателей земель, чьи имена трижды повторяются на географической карте?»

Признав основополагающую роль мозга и нервной системы в жизнедеятельности человека и в регуляции его взаимоотношений с миром, Бехтерев задался целью выяснить строение мозга и его функции, с тем чтобы затем установить, зависят ли душевные расстройства людей от повреждения мозга и от нарушения его функций.

Без малого 20 лет ученый занимался срезами замороженного мозга! Были сделаны тысячи срезов, которые были укреплены на тысячах стеклышках и тысячи раз рассмотрены под микроскопом и зарисованы. Изучение хода пучков в центральной нервной системе и волокон в сером веществе, исследования состава белого вещества спинного мозга позволили Бехтереву выяснить

физиологическое значение отдельных частей центральной нервной системы, получить данные по локализации различных центров в мозговой коре.

Изучив практически все области головного и спинного мозга, а также проводящие пути, обнаружив и описав разные клеточные структуры, Бехтерев создал фундаментальный двухтомный труд (хотя и не окончательный, после него исследования продолжались еще лет десять) «Проводящие пути головного и спинного мозга» (1892), тут же переведенный на европейские языки. Исследование, удостоенное золотой медали Российской АН, включило множество схематических моделей строения мозга и стало наподобие пироговской «Топографической анатомии» справочником для ученых, занимающихся мозгом и основой всех современных атласов мозга.

Глубоко изучив анатомические основы мозговой деятельности, Бехтерев в рамках собственного структурно-функционального подхода (когда строение мозга и его функции изучаются безотрывно друг от друга) занялся поиском функциональных механизмов, определяющих работу мозга в норме и патологии.

Используя метод развития, раздражения и разрушения нервной системы, Бехтерев «установил корковые центры зрительных, слуховых, обонятельных, вкусовых ощущений; изучил анатомо-физиологические основы болевой чувствительности, корковые регуляторы мимических движений»; попытался рассмотреть проблемы пространственных ощущений, увязать «связи мозговых процессов с деятельностью нервной вегетативной системы, желез внутренней секреции и т. д.».

В 1903–1907 гг. вышел семитомник Бехтерева «Основы учения о функциях мозга», в котором ученый представил результаты своих физиологических изысканий. По общему признанию врачей и исследователей, этот труд стал лучшим (к тому же и единственным в мире) собранием всех знаний, накопленных человечеством, о мозге. И.П. Павлов так и называл его: «энциклопедия о мозге». Все теории, идеи, новации автор изложил в привязке к последним экспериментальным данным. С легкой руки ученого в мир ушло слово «неврология».

Из множества отзывов коллег Бехтерева о ученом и его собственных высказываний о профессии, которой Владимир Михайлович посвятил жизнь, выберем по одному:

«Знают прекрасно устройство мозга только двое: Бог и Бехтерев» (Ф. Копш, немецкий профессор).

«Если больному после разговора с врачом не стало легче, то это не врач» (В.М. Бехтерев).

# УЧЕНИЕ ПАВЛОВА О ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

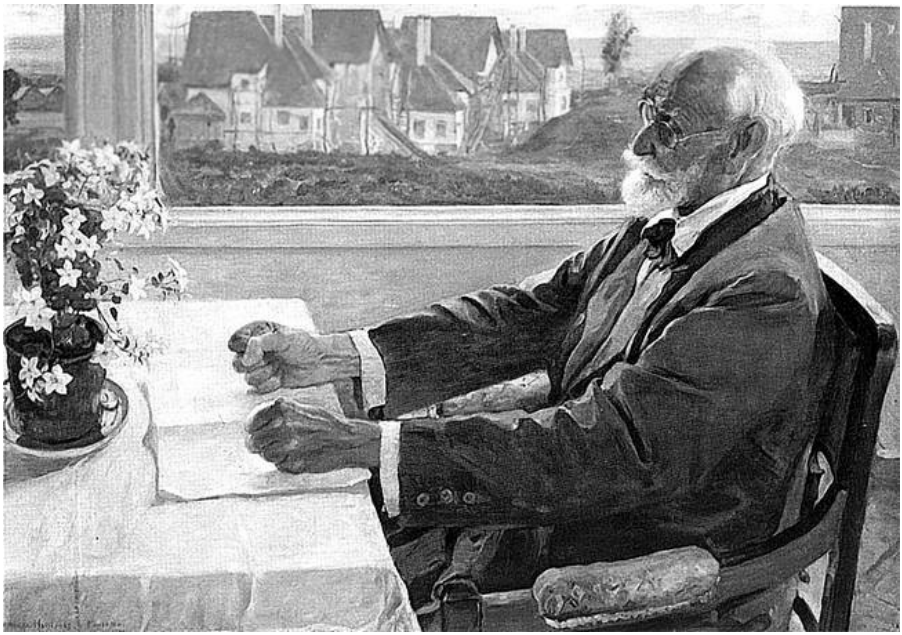
*Физиолог, психолог, хирург-экспериментатор, врач, лектор, общественный деятель; профессор, заведующий кафедры фармакологии и кафедры физиологии Военно-медицинской академии; академик Российской АН (РАН, АН СССР); член многочисленных научных обществ, академий, университетов; заведующий физиологической лабораторией в Институте экспериментальной медицины в Петрограде, директор Института физиологии АН СССР; основатель крупнейшей физиологической школы современности; глава Общества русских врачей в Санкт-Петербурге; лауреат Нобелевской премии 1904 г. по физиологии и медицине «за классические труды по физиологии кровообращения и пищеварения»; кавалер французского ордена Почетного легиона, многих золотых медалей и прочих наград; старейшина физиологов мира, Иван Петрович Павлов (1849–1936) является создателем учения о высшей нервной деятельности.*

Современную физиологию создал И.П. Павлов. До него был т. н. допавловский период (1628–1883), начавшийся с монографии английского анатома У. Гарвея «Учение о движении сердца и крови в организме», а с защитой Павловым докторской диссертации «Центробежные нервы сердца» в 1883 г. возник период павловский.

«Павловский этап базируется на трех основных принципах: организм – это единая система, которая объединяет различные органы в их сложном взаимодействии между собой; организм – единое целое с окружающей средой; принцип нервизма».

(Нервизм – идея о преимущественном значении нервной системы в регуляции физиологических функций и процессов в организме животных и человека.)

Этой науке Павлов отдал 65 лет жизни. За исследования физиологии кровообращения и пищеварения ученый в 1904 г. получил Нобелевскую премию, а за исследования физиологии мозга и созданное им учение о высшей нервной деятельности Иван Петрович получил титул старейшины физиологов мира – «Princeps physiologorum mundi» («Первый среди физиологов мира»).



*Академик И.П.Павлов. Художник М.В. Нестеров*

Исследователь успел сделать удивительно много. Этому способствовали его незаурядная личность, творческое долголетие и незатухающий интерес к исследованию человеческого организма, родившийся еще в юности от книги И.М. Сеченова «Рефлексы головного мозга».

Что касается работ, предваряющих формирование учения о высшей нервной деятельности, Павлов провел тысячи операций, предложил целый арсенал тончайших методов, совершил множество открытий. Вот только несколько классических примеров. Ученый открыл усиливающий нерв сердца (нерв Павлова); создал метод изучения организма животного в его целостном, естественном поведении; ввел хронический эксперимент, позволяющий изучать деятельность практически здорового организма; предложил метод хронических фистул – искусственно созданных свищей; разработал филигранные операции (слюнные фистулы, маленький желудочек и др.); впервые провел стерильные операции на животных; буквально сотворил физиологию желудка, сразу же взятую на вооружение практической медициной… Многолетние исследования обобщил фундаментальный труд «Лекции о работе главных пищеварительных желез» (1897), тут же переведенный на основные европейские языки.

Именно эти тридцатилетние исследования нервного механизма простейших функций организма привели Павлова к изучению физиологии мозга и созданию теории, ставшей

логическим завершением громадного массива экспериментальных данных.

Впервые высказанная И.М. Сеченовым идея о рефлекторном характере деятельности высших отделов мозга нашла свое подтверждение в экспериментах Павлова, распространившего рефлекторный принцип на психическую деятельность человека.

В основе учения о высшей нервной деятельности лежит введенное Павловым понятие – условный рефлекс. Прирожденные рефлексы (скажем, вегетативные или инстинкты), возникающие в процессе эволюции и осуществляющие адаптацию организма к окружающей среде, физиолог отнес к безусловным.

Условные рефлексы, вырабатываемые и закрепляемые организмом индивида при определенных условиях окружающей среды, ученый выявил, изучая поведение животных. Эти рефлексы физиолог считал самой совершенной формой приспособления.

Первым изученным стал слюнный рефлекс. Этот объективный механизм, обусловленный нервной деятельностью, Павлов установил своими классическими исследованиями с выделением слюны или желудочного сока собакой от вида пищи, а равно и от любого внешнего раздражения (стука, вспышки света, бульканья воды, звонка, звука шагов и т. п.), совпадающего со временем кормления.

Далее ученый нашел, что условный рефлекс образуется как ответная реакция организма на внешние раздражения и вообще «на жизнь», а еще является свойством коры головного мозга. В результате высшая нервная деятельность обеспечивает сложные индивидуальные формы поведения в изменяющихся условиях жизни.

Павлов создал крупнейшую в мире физиологическую школу (Б.Ф. Вериго, Н.Е. Введенский, В.В. Пашутин, Г.В. Хлопин, М.Н. Шатерников и др.), с представителями которой изучал деятельность коры больших полушарий в норме и патологии, процессы возбуждения и торможения, механизм сна; представил физиологическую характеристику типов нервной деятельности животного; создал классификацию нервных систем человека (сангвиники, флегматики, холерики, меланхолики); исследуя патологию нервной деятельности, предложил лечение нервных и душевных заболеваний методом т. н. «охранительного торможения» и т. д.

В процессе изучения было выяснено также, что условный рефлекс, в отличие от безусловного, может возникать и исчезать, а также имеет сигнальный характер.

«Таким образом, с фактом условного рефлекса отдается в руки физиолога огромная часть высшей нервной деятельности, а

может быть, и вся», – резюмировал ученый свое открытие. Итоги своей многогранной деятельности Павлов изложил в классических труда: «Двадцатилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных (условные рефлексы)» и «Лекции о работе больших полушарий головного мозга».

В наш «звездный» век мы привыкли к мишуре обманок. Однако на небосводе мировой науки немало и истинных звезд, об одной из которых – Иване Петровиче Павлове – ученый и писатель Г. Уэллс сказал: «Это звезда, которая освещает мир, проливая свет на еще не изведанные пути». Павлов при жизни был самым знаменитым русским ученым и сегодня остался таким же.

Нобелевской премией – «деньгами, заработанными “непрестанным научным трудом” (сумма по тем временам была огромная – 75 тыс. рублей), Павлов распорядился довольно оригинально: он разделил деньги между всеми членами семьи. На все предложения пустить их в биржевой оборот, он отвечал категорическим отказом: “Наука не имела, не имеет и не будет иметь ничего общего с биржей…”»

# ОФТАЛЬМОЛОГИЯ ФИЛАТОВА

*Офтальмолог, хирург, педагог, художник, поэт; академик АМН СССР и АН Украинской ССР; основатель и глава научной школы офтальмологов; профессор, заведующий кафедрой и глазной клиникой медицинского факультета Московского университета, заведующий кафедрой глазных болезней Одесского медицинского института; основатель и директор Института экспериментальной офтальмологии; создатель первой в СССР Станции глазной скорой помощи и глаукомотозного диспансера; главный консультант Ташкентского эвакогоспиталя № 1262; председатель Одесского офтальмологического общества; основатель и главный редактор «Офтальмологического журнала»; депутат Верховного Совета Украины четырех созывов; лауреат Сталинской премии I степени, кавалер четырех орденов Ленина, ордена Великой Отечественной войны 1-й степени, ордена Трудового Красного Знамени, Золотой медали им. И.И. Мечникова АН СССР, Церковной медали в память 50-летия Епископской хиромантии и других медалей; заслуженный деятель науки; Герой Социалистического Труда; почетный гражданин Одессы, Владимир Петрович Филатов (1875–1956) опубликовал 461 научную работу и монографии, провел несколько тысяч глазных операций, совершил несколько открытий мирового уровня, главными из которых стали пересадка роговой оболочки при бельмах и тканевая терапия.*

Биографы любят приводить случай из юности будущего офтальмолога. Как-то встретив слепого человека с палочкой, Владимир воскликнул: «Каждый человек должен видеть солнце!» Эти слова стали девизом жизни ученого, а созданный им в 1936 г. Институт глазных болезней египетский профессор Х. Сабхи так и называл: «Институт света» (Е.И. Стародубцева).

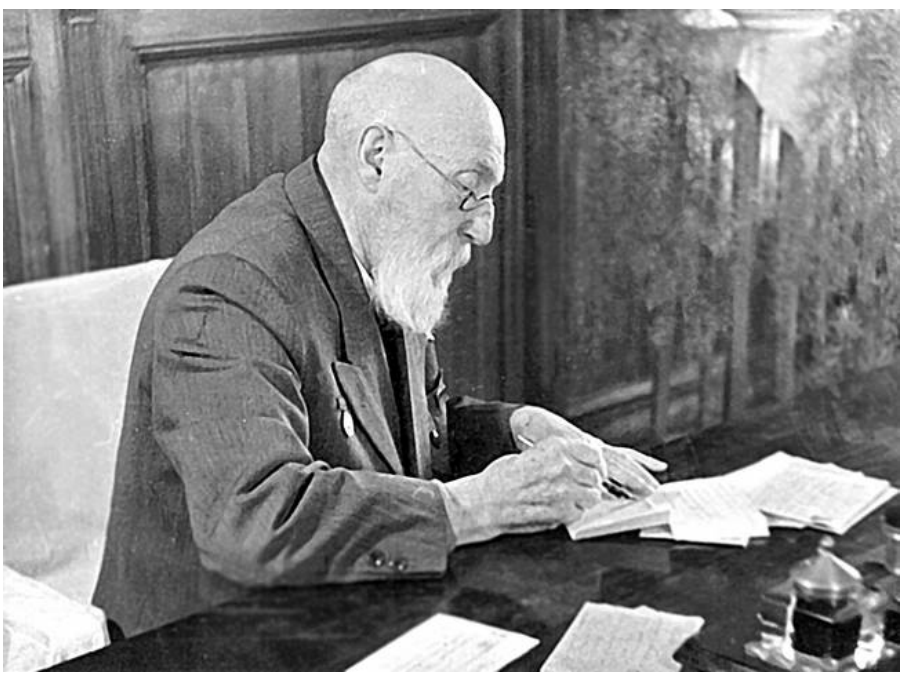
Уже в почтенном возрасте всемирно известный академик скромно признавался архиепископу Симферопольскому и Крымскому Луке (в миру В.Ф. Войно-Ясенецкому, хирургу, профессору): «Самооценка… моя никогда не позволяла мне ставить себя на одну доску с крупными учеными. Во-первых, я скорее изобретатель, чем ученый, а кроме того, я не имею ни достаточной эрудиции, ни достаточной методичности мысли для того, чтобы доводить мои идеи, возникающие чаще всего в виде догадки, до надлежащей степени разработки. Это не значит, конечно, что самые мои достижения я не ставлю на должную высоту (круглый стебель, пересадка роговицы, тканевая терапия говорят сами за себя); но себя самого, как автора их, я не ощущаю, как крупную фигуру».

Это говорил человек, чьими методиками пользовались все офтальмологи мира, к которому за тридевять земель приезжали люди за светом в глазах, кому приходили письма с самых разных мест даже по адресу «Черное море, Филатову»! Песенка и по сей день жива: «И если вам в драке вынут глаз, так глаз обратно вставит вам Филатов».

В 1897 г. В.П. Филатова после окончания Московского университета оставили ординатором глазной клиники университета, и с того времени Владимир Петрович 60 лет жизни посвятил офтальмологии и разработке своего метода пересадки роговицы (кератопластики) людям, потерявшим зрение от бельм, при котором пересадочным материалом служит донорская роговица.

Прочие научные достижения ученого касались разработки оригинальных методов лечения других заболеваний – трахомы, травматизма в офтальмологии и т. п.

Особенно велик вклад Филатова и его школы в исследование проблем глаукомы (раннее распознавание болезни, проведение массовых профилактических осмотров, патогенез первичной глаукомы, особенности клинического течения и лечения врожденной глаукомы). Филатов основал первый в мире противоглаукомный диспансер; «попутно» сконструировал целый арсенал оригинальных офтальмологических инструментов.



*В.П. Филатов*

В 1913 г. ученый предложил новый метод измерения внутриглазного давления – эластотонометрию. В 1914 г. изобрел чрезвычайно действенный метод пересадки кожи с помощью т. н. мигрирующего круглого кожного «филатовского стебля», который в годы Великой Отечественной войны и позднее избавил сотни тысяч людей от страданий и уродства. Сегодня этим методом восстанавливают поврежденные ткани и устраняют обезображивающие дефекты хирурги во всем мире.

В 1933 г. Владимир Петрович создал учение о биогенных стимуляторах и разработал методы тканевой терапии, которая сегодня широко применяется в медицине и ветеринарии (лечение болезней глаз, красной волчанки, бронхиальной астмы, невритов и др.); предложил метод использования консервированных тканей…

Филатовская идея пересадки роговицы поначалу не нашла поддержки у его маститых коллег. 15 лет офтальмолог шел к первой операции, которую выполнил впервые в мире в 1912 г. Непрерывно совершенствуя метод и технику операций, Филатов в 1924 г. разработал новый метод (и инструментарий для него, применяемый и поныне) полной пересадки роговицы.

В 1927–1938 гг. офтальмолог стал оперировать еще по одному разработанному им методу – частичной сквозной пересадки роговицы, сущность которого заключалась в том, что «в роговице, пораженной бельмом, делается круглое отверстие и в него вставляется кусок прозрачной роговицы. Сквозь это “окошечко” больной и видит».

Поскольку доноров прозрачной роговицы практически не встречалось, ученый в 1931 г. «открыл новые большие источники» – пересадил трупную роговицу. «Не скрою, что приступил к этой операции не без волнения, тем более, что слышались голоса, предупреждавшие о “трупном заражении”, о “трупном яде” и так далее, – вспоминал Филатов. – Но все обошлось благополучно, и трансплантат прижился стойко, с сохранением прозрачности. Это был поворотный пункт в истории развития пересадки роговицы» (В.С. Смирнов).

За многими прооперированными больными сотрудники института следили годами, а то и десятилетиями. Неустанно «пробивая» свой метод, Филатов «лично, за свой счет, возил прооперированных больных в Москву для того, чтобы продемонстрировать успехи института».

«Владимир Петрович учил нас, что центром внимания для медика всегда должен быть больной. При выборе пути лечения Филатов настаивал переносить положение больного на себя. “Представьте себя или своих близких на его месте, – говорил он. –

Что бы вы выбрали для них, то же возьмите на вооружение и для больного”» (академик АМН СССР А.Н. Пучковская).

В 1936 г. Филатов организовал и возглавил Научно-исследовательский экспериментальный институт офтальмологии, ставший одним из лучших мировых научных центров. После войны при институте было создано детское офтальмологическое отделение, основными направлениями которого стали вопросы сквозной кератопластики, хирургии катаракты, диагностики и лечения врожденной глаукомы, новообразований глаза и орбиты.

За разработку методов пересадки роговицы и тканевой терапии Филатов в 1941 г. был удостоен Сталинской премии I степени. Ученый обратился к И.В. Сталину с просьбой половину денег направить в детские дома, а другую – в Свято-Димитриевский кладбищенский храм (Одесса), что и было сделано.

Рассказывают, когда на юбилей Филатова студенты подарили профессору его портрет на фоне глаза, тот воскликнул: «Какое счастье, что я не гинеколог!»

Какое счастье, что Филатов был офтальмологом! А еще поэтом.

*Пошли мне, Боже, час кончины*
*Не в окровавленной войне,*
*Не в глубине морской пучины,*
*Не в подземелье, не в огне.*
*Пусть в день последнего прощанья*
*Недуг не окует мой ум,*
*И пусть несносные страданья*
*Не омрачат мне ясность дум.*
*Друзей даруй мне окруженье*
*При приближении конца,*
*Дай сыну дать успеть благословенье*
*Рукою любящей отца.*
*И разреши Ты мне как счастье*
*Прощенье получить грехов,*
*Позволь, чтобы через Причастье*
*Мой дух вошел в чертог Христов.*

# «ДОМИНАНТА» УХТОМСКОГО

*Физиолог, психолог, богослов, энциклопедист, лектор, публицист, художник, иконописец, поэт, церковный и общественный деятель; профессор, заведующий кафедрой физиологии человека и животных Санкт-Петербургского университета, заведующий биологическим отделением Ленинградского университета; профессор физиологии в Институте Лесгафта и в Психоневрологическом институте; академик АН СССР; староста Никольской старообрядческой церкви в Петербурге, епископ Охтенский Алипий (посвящен тайно в 1931 г.), «монах в миру»; основатель и директор Научно-исследовательского физиологического института (ФНИИ); директор электрофизиологической лаборатории АН СССР; организатор рабочего факультета в Ленинградском университете и там же – первой в СССР лаборатории физиологии труда; президент Ленинградского общества естествоиспытателей; депутат Петроградского совета; лауреат премии им. В.И. Ленина (1932), князь Алексей Алексеевич Ухтомский (1875–1942) исследовал процессы возбуждения, торможения и механизм лабильности (подвижности, неустойчивости психики). Ухтомский создал учение о доминанте – универсальном принципе головного мозга, позволившем объяснить фундаментальные аспекты поведения и психических процессов человека.*

Начать разговор о научных достижениях А.А. Ухтомского лучше всего с его слов: «Относительно религии надо сказать, что ею улавливается одна из сторон действительности, недоступных до сих пор научному настроению». Ухтомскому-физиологу помог Ухтомский-богослов понять непостижимую другими учеными связь психоанализа с физиологической теорией поведения человека. А еще подсказал Ухтомский-поэт: «В духовной жизни много поразительно непонятного, переходы душевных состояний, неуловимые для рефлексирующего разума, но лишь понятные для поэтического духа… Понятно, насколько завлекательно в научных целях принять все это бесконечное разнообразие феноменов – за прямую функцию материальной жизни».

Результаты первых экспериментов ученого по вопросу о доминанте можно найти в его докторской диссертации «О зависимости кортикальных двигательных эффектов от побочных центральных влияний» (1911).

Полностью теорию Ухтомский изложил в фундаментальном труде «Доминанта как рабочий принцип нервных центров» (1923). Позднее дополнил его учением об усвоении ритма – «Усвоение

ритма в свете учения о парабиозе» (1926). В 1928 г. увидела свет книга «Психоанализ и физиологическая теория поведения», в которой ученый увязал психоанализ с физиологией нервной системы. Свои теории Ухтомский распространил на природу утомления – «Возбуждение, утомление, торможение. Современное состояние проблемы утомления» (1934).

В конце 1930-х гг. ученый стал исследовать проблему нарушения у биологических систем биологического равновесия. Главный вывод физиолога заключался в том, что при восстановлении равновесия системы могут приходить в зависимости от скорости этого восстановления либо к старому равновесию, либо репродуцировать новое.

В основу принципа доминанты легли многочисленные эксперименты, которые Ухтомский, как и И.П. Павлов, проводил на собаках, о влиянии внешних раздражений на рецепторы организма в соответствующих частях центральной нервной системы. Рассматривая стойкий очаг возбуждения (доминанту), определяющий поведение организма в данный момент, ученый изучал одновременное побочное влияние этого очага на рецепторное торможение во всех прочих частях нервной системы, выяснял, как происходит блокирование выполнения всех других рефлекторных реакций.

*А.А. Ухтомский*

К идее доминанты физиолог пришел в 1904 г. В опытах Ухтомский случайно заметил, как собака перестает реагировать на раздражающее действие электрического тока на двигательные точки коры головного мозга перед тем, как у нее опорожнится кишечник. Более того, любой внешний раздражитель в этот момент только «подстегивал» животное к акту дефекации, после которого реакция на раздражение вновь приходила в норму. Это наблюдение и стало первым шагом к грандиозному открытию в физиологии.

Термин «доминанта» Ухтомский позаимствовал у немецкого философа Р. Авенариуса. Говоря по-простому, доминанта побуждает человека к труду, подвигу, творчеству, проявлению необычайной выдержки и воли. Она может быть мгновенной вспышкой, а может вести человека всю жизнь к некоей цели.

Учение о доминанте позволяет практикующим врачам и

клиницистам трактовать поведенческие патологии, функциональные расстройства деятельности мозга, объяснять многие психосоматические и вегетативные заболевания. Принципом доминанты воспользовались специалисты, изучающие психологические проблемы поведения человека, социальные проблемы общения, воспитания, обучения.

По мнению биологов, Ухтомский рассматривал созданный им принцип доминанты как принцип междисциплинарного значения, признавая его мощным системообразующим фактором в комплексном научном описании наиболее сложной живой системы – человека. «По сути, А.А. Ухтомским была разработана стройная концепция человека, раскрывающая объективные законы его поведения и психики, формирования нравственной и творческой личности, межличностного общения. Знаменуя собой новый синтетический подход к природе человека, концепция А.А. Ухтомского было построена на стыке различных научных понятий: биологии, физиологии, психологии, философии, социологии и этики» (доктор биологических наук Л.В. Соколова).

Из воспоминаний доктора биологических наук. С.В. Могаевой, участницы блокады Ленинграда.

«Алексей Алексеевич остался в блокадном городе, как ни уговаривали его власти эвакуироваться на Большую землю. Его хотели сохранить как достояние нации. Ведь это был ученый с мировым именем и к тому же пожилой человек. Но он решительно отказался уехать из города. Должно быть, считал ниже своего духовного и княжеского достоинства покинуть город святого Петра в лютой беде… В то время мы не знали, что Алексей Алексеевич был епископом Алипием. Должно быть, и как высокое духовное лицо он не мог покинуть людей, обреченных врагом на мученичество и уничтожение.

С начала войны академик Ухтомский стал заниматься организацией исследований травматического шока и изучением других проблем, связанных с войной… На вопрос, почему он не уезжает, академик ответил: “Я должен закончить работу. Жить мне уже недолго, умру здесь”. Алексей Алексеевич много работал и держался на ногах, сколько мог».

Ученый подготовил доклад «Система рефлексов в восходящем ряду», с которым собирался выступить на сессии, посвященной годовщине со дня рождения И.П. Павлова, но не успел. 31 августа 1942 г. Ухтомский «погиб от голода… По рассказам, соседи нашли его тело лежащим на давно нетопленной плите, одетым в лиловый подрясник, с Евангелием в руках».

# НЕЙРОХИРУРГИЯ БУРДЕНКО

*Хирург, педагог, общественный и государственный деятель; академик АН СССР, организатор и первый президент АМН СССР; участник Русско-японской, Первой мировой, Советско-финской и Великой Отечественной войн; участник ликвидации эпидемий тифа, черной оспы, скарлатины; профессор Юрьевского, Воронежского и Московского университетов, заведующий кафедрой топографической анатомии и оперативной хирургии 1-го Московского медицинского института, директор факультетской клиники при ней; директор клиники Центрального нейрохирургического института; председатель Правления общества хирургов СССР, Научного совета нейрохирургии; член ряда ученых советов, советских и зарубежных хирургических обществ; главный хирург Советской армии; генерал-полковник медицинской службы; член ВЦИК; депутат ВС СССР; член Чрезвычайной государственной комиссии по установлению и расследованию злодеяний немецко-фашистских войск; председатель Специальной комиссии по установлению и расследованию обстоятельств расстрела немецко-фашистскими захватчиками в Катынском лесу (близ Смоленска) военнопленных польских офицеров; главный редактор журналов «Современная хирургия», «Новая хирургия», «Вопросы нейрохирургии»; кавалер солдатского Георгиевского креста, трех орденов Ленина, ордена Красного Знамени, Красной Звезды, Отечественной войны 1-й степени, медалей; лауреат Сталинской премии СССР, Премии им. С.П. Федорова; заслуженный деятель науки РСФСР; Герой Социалистического Труда, Николай Нилович Бурденко (1876–1946) является автором 400 научных трудов в области анатомии, физиологии, биохимии, гистологии, патологической анатомии и патологической физиологии. Бурденко считается основоположником российской нейрохирургии.*

Эталоном хирурга для Н.Н. Бурденко был Н.И. Пирогов. Слова Пирогова: «Не медицина, а администрация является главной при оказании помощи раненым» – также стали для Николая Ниловича руководством к действию. По большому счету трудно разделить заслуги Бурденко-хирурга, Бурденко-ученого и Бурденко-администратора. Когда главному хирургу Советской армии было за 65 лет, он часто на перекладных добирался до передовой и там по многу часов оперировал в полковых и дивизионных медсанбатах. (А ведь тогда на нем лежала еще и ответственнейшая работа по обеспечению медицинской помощи всему фронту.)

Дважды контуженный, перенесший инсульт, он каждый раз возвращался в строй: хирург лично провел несколько тысяч операций. На осмотр раненого врачу хватало минуты, после чего он немедля приступал к операции. Бурденко был не просто виртуозом-«оператором», как называли хирургов при Пирогове, а еще и творцом, разработавшим несколько простых, но воистину чудодейственных методов возвращения к жизни.

Во время Русско-японской войны Бурденко стал очевидцем неоправданных людских потерь от ранений мозга (из 100 раненых выживали 15). Приобретенные позднее у швейцарского невропатолога К. фон Монакова знания по анатомии мозга и по вопросам локализации функций в головном мозге предопределили выбор врача: Николай Нилович стал основоположником нейрохирургии – хирургии мозга и нервных стволов, со временем выделил ее в самостоятельную научную дисциплину.

Одновременно врач многие годы занимался вопросами профилактики и лечения шока, лечения ран и общих инфекций, нейрогенной трактовки язвенной болезни, хирургического лечения туберкулеза, переливания крови, обезболивания; разработал методы лечения онкологии центральной и вегетативной нервной системы, патологии ликворообращения, мозгового кровообращения и т. д.

*Н.Н. Бурденко*

До Первой мировой войны вышло несколько работ ученого из этой будущей области медицины: «К вопросу о пластической операции на корешках спинного мозга», «О последствиях гастроэнтеростомии» и др., ну а богатейший «экспериментальный материал» ему предоставила война. В жесточайших условиях консерватизма медицинской службы тогдашней России Бурденко смог создать школу медицинских сестер, организовать первый в мире госпиталь для нейрохирургических раненых, в лазаретах – специальные отделения для раненых в живот, в легкие, в череп, впервые применить чрезвычайно эффективный открытый метод лечения ран мозга с первичной обработкой ран и наложения швов.

К слову, Николай Нилович первым долгом считал помощь раненым бойцам. Врач при любой возможности сам разыскивал на поле боя раненых и спасал их от неминуемой смерти. При отсутствии транспортных средств организовал эвакуацию 25 000 раненых. «Я провел всю свою жизнь среди бойцов. Несмотря на свою гражданскую одежду, я в душе боец, – говорил

он. – Я кровно связан с Армией, я отдаю все силы Армии и горжусь своей принадлежностью к ней».

В 1934 г. по инициативе Бурденко в Москве был создан первый в мире Центральный нейрохирургический институт (ныне Институт нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко). В институте работали ученики профессора и его последователи – нейрохирурги Б.Г. Егоров, А.А. Арендт, Н.И. Иргер, А.И. Арунюнов и др., а также ведущие представители смежных специальностей – нейрорентгенологи, нейроофтальмологи, отоневрологи.

По опыту Советско-финской войны в 1939–1940 гг. Бурденко (совместно с начальником Главного военно-медицинского управления Е.Н. Смирновым) разработал положение «Материалы по военно-полевой хирургии», в котором, в частности, были изложены санитарные основы хирургической помощи и учение о ранах.

Будучи пионером хирургии центральной и периферической нервной системы, Николай Нилович всесторонне разрабатывал теорию и практику этой новой области хирургии. За эти работы в 1941 г. ему была присуждена Сталинская премия. К русскому ученому приезжали хирурги США и Европы, чтобы почерпнуть его новации и увидеть профессора «в деле» – за операционным столом.

В годы Великой Отечественной войны Бурденко «создал стройное учение о ране», тщательно изучил и внедрил пенициллинотерапию (первые антибиотики – пенициллин и грамицидин), резко уменьшившую число раневых инфекций; разработал вопросы патогенеза и лечения шока; изучил процессы, возникающие в центральной и периферической нервной системе в связи с оперативным вмешательством, при острых травмах и при опухолях; стал применять вторичный шов как элемент восстановительной хирургии; разработал методы оперативного лечения ранений кровеносных сосудов.

Хирург проводил операции в верхнем отделе спинного мозга по рассечению перевозбужденных в результате травмы мозга проводящих нервных путей – бульботомию; успешно удалял опухоли головного мозга, к чему до Бурденко во всем мире практически не приступал никто; предложил свой способ открытой блокады блуждающего нерва; разработал операции на твердой оболочке спинного мозга; производил пересадку участков нервов; впервые в мировой медицине предложил лечить гнойные осложнения после ранений черепа и мозга путем введения раствора белого стрептоцида в сонную артерию…

Последний свой научный доклад, посвященный лечению огнестрельных ранений, для XXV Всесоюзного съезда хирургов

Николай Нилович написал прикованный к больничной койке, после третьего инсульта. В начале октября 1946 г. доклад был зачитан на съезде одним из учеников Бурденко, а через месяц, 11 ноября, Николая Ниловича не стало.

Бурденко оставил несколько методов проведения хирургических операций, названных его именем, создал отрасль медицинского знания, организовал нейрохирургическую помощь населению – есть ли более достойные и великие дела?

# АППАРАТ ИЛИЗАРОВА

*Хирург-ортопед, профессор; член-корреспондент АН СССР, академик РАН, почетный член ряда зарубежных АН и научных обществ; заведующий научно-проблемной лабораторией Свердловского НИИ травматологии и ортопедии, основатель и директор Всесоюзного Курганского научного центра восстановительной травматологии и ортопедии, носящего его имя; заслуженный изобретатель СССР; заслуженный деятель наук РСФСР; народный депутат СССР, депутат ВС РСФСР; лауреат Ленинской премии, кавалер орденов Ленина и Трудового Красного Знамени, других отечественных и иностранных орденов и медалей; обладатель золотых, серебряных медалей и дипломов ВДНХ СССР; Герой Социалистического Труда, Гавриил Абрамович Илизаров (настоящая фамилия Елизаров была искажена местным писарем при составлении документов ребенка; 1921–1992) разработал и внедрил в клиническую практику уникальные дистракционно-компрессионные аппараты и оперативные методы. Илизаров – автор свыше 600 научных трудов и 200 изобретений.*

История травматологии и ортопедии – составная часть истории хирургии России. Собственно, с травматологии, неизбежной спутницы трудов, войн и несчастных случаев, и зародилась хирургия. Ее начало уходит в Петровские времена, когда в 1707 г. было открыто первое российское профессиональное медицинское заведение – Московская медико-хирургическая школа. Многие медики прославили эту науку: Я.В. Виллие, Н.И. Пирогов, Н.В. Склифосовский, Р.Р. Вреден, Г.И. Турнер, В.Д. Чаклин, С.С. Юдин и др. Их научные труды и хирургическая практика оставили неизгладимый след в истории медицины.

В середине XX в. перед Всесоюзным обществом травматологов-ортопедов на государственном уровне были поставлены задачи профилактики травматизма, лечения переломов, снижения инвалидности, изучения биологических и физиологических закономерностей регенерации костной ткани.

Однако к тому времени остеосинтез («хирургическая репозиция костных отломков при помощи различных фиксирующих конструкций, обеспечивающих длительное устранение их подвижности») еще не был доведен ни до завершенной теории, ни до универсальных аппаратов, позволявших обеспечивать стабильную фиксацию отломков костей и зону перелома в правильном положении до полного сращения. Широко применяемые накостные пластины были

тонкими и не могли обеспечить требуемую обездвиженность отломков, особенно бедренной кости.

Вопрос об «управляемом остеогенезе» успешно решил Г.А. Илизаров, сформулировав биологический закон о восстановлении костной ткани в условиях дозированной дистракции (растяжения), а также создав в 1950 г. свой универсальный аппарат (авторское свидетельство № 98471 от 9 июня 1952 г.

*Г.А. Илизаров*

Компрессионно-дистракционный аппарат Илизарова «представляет собой металлические “кольца”, на которых крепятся “спицы”, проходящие через костную ткань. Кольца

соединены механическими стержнями, позволяющими менять их ориентацию со скоростью порядка одного миллиметра в день». С помощью длительной фиксации достигается сжимание (компрессия) или растяжение (дистракция) фрагментов костной ткани и осуществляется т. н. «чрескостный остеосинтез». Говоря проще, больной может ходить, не обнажая зону перелома, с полной нагрузкой на ноги, без гипсовых накладок и без риска смещения отломков костей. А свободный доступ к ранам, имеющимся в области перелома, позволяет уменьшить вероятность нагноения и образования ложных суставов.

Получив заметное сокращение сроков лечения переломов (хирург заставлял пациентов уже на третий день после операции вставать на ноги), Илизаров постепенно расширил диапазон применения своего аппарата и уже в 1952 г. смог впервые в мире удлинить конечность на 12,5 см.

Успехи ученого вызывали неприятие у большинства его коллег, так как противоречили традиционным методам лечения и ожидаемым результатам. «Суть разногласий, – отмечали позднее специалисты, – в том, что предложенный Г.А. Илизаровым аппарат позволял создавать совершенно иные условия поврежденному органу. Он уравновешивал значение биологических и механических факторов, создавал оптимальное их сочетание. В результате в кратчайшие сроки нормализовывались крово– и лимфообращение в конечности, конечность начинала выполнять обычные функциональные нагрузки. Происходило не игнорирование, а реставрация присущих конечности функций, что приводило к сокращению сроков лечения. Именно это не укладывалось в привычные рамки и вызывало непонимание и негативную реакцию слушателей».

После того как в конце 1960-х гг. в серии экспериментов со своим аппаратом в Свердловском НИИ восстановительной хирургии, травматологии и ортопедии Илизаров добился сращивания костей всего за 8 дней, ортопедическое сообщество признало новый метод хирурга.

Всесоюзная же слава к Гавриилу Абрамовичу и его методу лечения пришла в 1970–1971 гг., после того как хирург вернул в спорт легендарного спортсмена – прыгуна в высоту, трижды лучшего спортсмена мира В. Брумеля, получившего в мотоциклетной аварии сложнейший перелом ноги. Выйдя из клиники Илизарова, олимпийский чемпион преодолел в секторе для прыжков в высоту планку в 205 и 207 см и написал о хирурге документальную повесть «Высота».

Созданная Илизаровым Всесоюзная школа травматологов-ортопедов использует метод компрессионно-дистракционного

остеосинтеза в любой клинике страны. Новое поколение аппаратов внеочаговой фиксации переломов, гибридное использование спице-стержневых комплектаций, а также сочетание погружного и наружного остеосинтезов развивают метод Илизарова. Расширенный и базовый комплекты современного аппарата включают в себя частные варианты – для плеча и предплечья, для бедра, для голени, для стопы.

Аппарат незаменим при лечении травм, переломов, врожденных деформаций костной ткани, при восстановлении недостающих частей конечностей, включая стопу, пальцы кисти, при удлинении ног, широко применяется в ортопедической косметологии.

Среди многочисленных наград Илизарова есть одна особенная. Международный орден Улыбки, основанный в Польше в 1968 г., присуждается известным людям – врачам, педагогам, религиозным деятелям, писателям, музыкантам, которые доставляют детям радость. Рыцарей ордена избирают учащиеся школ и лицеев Польши 2 раза в год. В комиссию из 60 человек входят поляки, а также граждане еще 23 государств. На церемонии вручения награды лауреат должен с улыбкой выпить стакан лимонного сока.

С момента основания ордена его рыцарями стали 903 человека из 45 стран. Среди них А. Линдгрен, мать Тереза, С. Спилберг, Далай-лама XIV, из наших – С. Михалков, С. Образцов, В. Котёночкин, Г. Илизаров…

Этой награде Гавриил Абрамович, любивший детей и сам любимец малышей, немало спасший их от страданий и уродств, радовался больше всего. Как ребенок.

# Экономика

# ДЛИННЫЕ ВОЛНЫ КОНДРАТЬЕВА

*Экономист-аграрник, профессор Московской сельскохозяйственной академии им. К.А. Тимирязева, член многих зарубежных экономических и статистических обществ; заведующий отделом совета сельскохозяйственной кооперации центрального товарищества льноводов, товарищ министра продовольствия Временного правительства, секретарь А.Ф. Керенского по делам сельского хозяйства, начальник управления сельскохозяйственной экономии и политики в Наркомземе, основатель и директор Конъюнктурного института при Наркомате финансов; главный теоретик новой экономической политики Советской России, руководитель разработки 1-го перспективного плана развития сельского хозяйства РСФСР на 1923/24–1927/28 гг. (пятилетка Кондратьева), Николай Дмитриевич Кондратьев (1892–1938) известен в мировой экономической науке как основоположник теории больших циклов экономической конъюнктуры (кондратьевские циклы).*

Еще лет двести назад научных прогнозов в экономике не было. Однако уже в середине XIX в. английские экономисты Х. Кларк и В. Джевонс обратили внимание на «большие циклы конъюнктуры» в экономике, длиной в половину столетия. Так, повторились «мировые катастрофы» (1793 г., 1847 г.), рост и падение цен и т. д. Причин данному явлению экономисты не нашли. В 1860-е гг. К. Маркс разработал теорию циклических кризисов, которую в начале XX в. русский экономист А.И. Гельфанд дополнил понятиями длительных периодов спада и застоя.

В 1925 г. был опубликован труд Н.Д. Кондратьева «Большие циклы конъюнктуры». 60 страниц текста и 14 таблиц этой книги ознаменовали собою ни больше ни меньше как приход в экономическую теорию ее «волновой» составляющей. Исследователь впервые обратил внимание на различные по продолжительности циклические колебания экономической конъюнктуры.

Теория русского ученого многое разъяснила в истории развития мировой экономики и дала прогнозы, подтвердившиеся в будущем. Более того, она периодически вызывала в экономической науке настоящий бум. Следуя рекомендациям Кондратьева, исследователи обнаружили множество типов экономических циклов – волнообразных по форме, а по сути представляющих собою некоторое колебание, содержащее в себе спад и подъем. С окончанием каждого цикла начинается кризис, в

процессе преодоления которого возникает новый цикл.

*Н.Д. Кондратьев с женой Е.Д.Кондратьевой во время командировки в США*

Американский экономист Э. Хансен свел все многообразие циклов (их сегодня свыше 1500) к кондратьевским типам: малым циклам, порождаемым неравномерностью воспроизводства оборотного капитала; большим циклам, зависящим от неравномерности вложений в основной капитал; строительным

циклам, связанным с нехваткой жилья, ростом инвестиций в него и последующим кризисом перепроизводства; вековым, или кондратьевским, циклам, в течение которых мировая экономика внедряет качественно новые методы производства, выжимая из них все возможности и переходя к другим, принципиально новым технологиям.

Все эти циклы объясняет множество теорий, основанных на массе возможных причин циклических колебаний – от кредитной политики государства до биоритмов и солнечной активности и их влияния на экономику.

Но остановимся на вековых циклах, гипотезу о существовании которых Кондратьев впервые сформулировал в 1922 г. в работе «Мировое хозяйство и его конъюнктуры во время и после войны». Изучив статистические данные за 140 лет по Англии, Германии и США – динамику цен, заработной платы, производства основных видов промышленной продукции, объема внешней торговли, процента на капитал, экономист усмотрел на этом отрезке времени 2,5 закончившихся больших (вековых) цикла. При этом отметил, что «перед и в начале повышательной волны каждого большого цикла наблюдаются глубокие изменения в условиях экономической жизни общества», что выражается в изменениях техники, в вовлечении в мировые экономические связи новых стран, в изменении добычи золота и денежного обращения вследствие научно-технических нововведений.

Зафиксировав, что в каждом большом цикле «повышательная волна» сопровождается наибольшим количеством социальных потрясений (войн и революций), а «понижательная» – длительной депрессией сельского хозяйства; что в период «повышательной волны» каждого большого цикла средние циклы характеризуются краткостью депрессий и интенсивностью подъемов, в период «понижательной волны» больших циклов наблюдается обратная картина, Кондратьев указал на четыре фазы каждого цикла.

Фаза первая – рост. Начинается с войны или резкого увеличения правительственных расходов. Сопровождается ростом занятости и производства, особенно молодых отраслей, новых рынков, внедрением инноваций и изобретений, сделанных в фазе падения и депрессии.

Фаза вторая – вершина, или пик. Всплеск деловой и военной активности, низкая безработица, резкое повышение цен на энергоносители; монополизация отраслей экономики, перепроизводство средств производства, усиление инфляции.

Фаза третья – снижение, или рецессия. Преодоление последствий войны и высокой инфляции, сокращение объемов производства и снижение деловой и инвестиционной активности,

дальнейшая монополизация, рост безработицы.

Фаза четвертая – депрессия, или дно. Низкая инфляция и занятость, высокая безработица, очень низкий спрос, перепроизводство в устаревших отраслях экономики, изобретательский бум, банкротство отживших свое секторов экономики.

В дальнейшем ученый много занимался вопросами планирования, увязав их с задачами научного прогнозирования базировавшихся на его теории длинных циклов. В частности, он пришел к убеждению в необходимости индикативного (рекомендательного) планирования, чем воспользовались после Второй мировой войны страны Северной Европы, Япония и др.

В 1930 г. Кондратьева арестовали, объявив главой несуществующей подпольной «Трудовой крестьянской партии», и в 1938 г. расстреляли. Сняли обвинения в 1963 и 1987 гг.

Согласно кондратьевской концепции, мировая экономика с конца XVIII в. по настоящее время пережила 5 больших циклов: 1-й цикл – с 1779 до 1840-х; 2-й цикл – с 1840-х до 1890-х; 3-й цикл – с 1890-х до 1930-х; 4-й цикл – с 1930-х до 1970-х; 5-й цикл – с 1970-х до (прогноз) 2010-х гг.

На основании своих наблюдений Кондратьев сделал долгосрочный прогноз до 2010 г., предсказав, в частности, глубокий экономический кризис 1930-х гг. Великая депрессия (1929–1933), переросшая во Вторую мировую войну, оказалась наиболее глубоким экономическим кризисом во всей истории человечества. «Точность этого прогноза поразила мировую научную общественность», но она вскоре забыла об этом. Однако когда спустя 55 лет после окончания войны обвалились ведущие фондовые биржи, а экономики США, Японии, Европы оказались в рецессии, когда началась война в Афганистане и Ираке, общественность вновь уверовала в «гениальность провидца не только XX, но и XXI в.». Стали даже поговаривать о том, что теория кондратьевских циклов может в скором времени вызвать переоценку ряда классических положений экономической теории и пересмотр фундаментальных основ экономической науки.

Сегодня же теоретические концепции длинных волн ценны тем, что они дают необходимую основу для оценки состояния экономики и прогнозирования ее будущего состояния. Вот, например, как выглядит нынешняя ситуация в нашей стране.

«После обвалов на фондовых рынках и экономических кризисов в 1987 г., 1997–1998 гг. и 2008–2009 гг. стало ясно, что мировое развитие продолжает подчиняться закономерностям цикла Кондратьева. В соответствии с математической моделью цикла Кондратьева… происходят обвалы на фондовых биржах,

экономические кризисы и социальные катаклизмы… На развитие России влияют три основных фактора: цикл Кондратьева, процессы глобализации и внутренняя социально-экономическая политика. Цикл Кондратьева ударил за последние годы по СССР и России трижды через снижение цен на мировом рынке энергоносителей. Это ситуации 1987 г., 1997–1998 г.г. и 2008–2009 гг. Однако наиболее сильный удар ожидается в окрестности 2022 г., …а затем начинается спад. Эта топологическая точка соответствует 1783 г. (Парижская коммуна), 1917 г. (смена политического режима в России) и 1968 г. (молодежное протестное движение в развитых странах). Спастись от катастрофы можно только через ослабление зависимости от мирового рынка и модернизацию экономики» (С.В. Дубовский).

Верность этот прогноза «по Кондратьеву» узнаем через 10–15 лет, а вот что касается недавнего прошлого, оно лишний раз подтвердило слова – «нет пророка в своем Отечестве». Вместо того чтобы в 1990-е гг. воспользоваться кондратьевской концепцией научного индикативного планирования, Россия с треском провалилась сквозь жесткий настил директивных пятилеток в яму нерегулируемого криминального рынка.

# ВОДА И ОГОНЬ ЧАЯНОВА

*Ученый-агроном, экономист, социолог, социальный антрополог, педагог, писатель, искусствовед, краевед, москвовед, библиоман; профессор Петровской (ныне Тимирязевской) сельскохозяйственной академии; член Учредительного собрания, член коллегии Наркомзема РСФСР; один из организаторов и руководителей Центрального союза льноводческих кооперативов – Льноцентра, основатель и директор Научно-исследовательского института сельскохозяйственной экономии и политики, Александр Васильевич Чаянов (1888–1937) известен во всем мире своими литературными и экономическими трудами (18 монографий и брошюр, более 200 статей), а также как деятель кооперативного движения и основатель междисциплинарного крестьяноведения. Экономическими «бестселлерами» стали фундаментальные исследования Чаянова – «Организация крестьянского хозяйства», «Краткий курс кооперации», «Основные идеи и формы организации сельскохозяйственной кооперации» и др.*

«Кооперация и государство – это вода и огонь. Если их согласовать, то из огня и воды получится паровая машина, которая может производить огромную работу» – эта мысль Чаянова давно уже стала не просто метафорой, а основанием жизнедеятельности Китая, Индии, Японии.

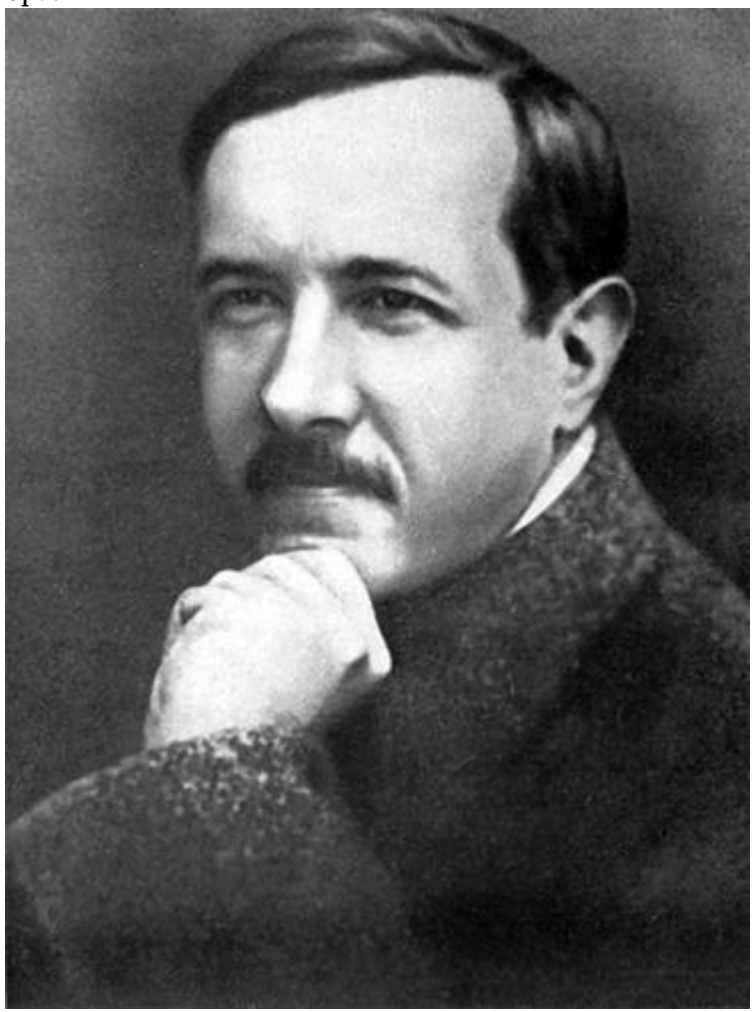
Труды русского экономиста-аграрника по теории семейно-трудового крестьянского хозяйства и кооперации, изданные в 1960-е гг. на Западе и на Востоке, стали настольными книгами 700 млн аграриев. Как оказалось, в них была блестяще представлена логика экономического развития сельских регионов стран третьего мира. В азиатских странах кооперация является таким же основным сектором экономики, как частный и государственный сектора. Международный кооперативный альянс ныне включает в себя 192 национальных кооперативных союза из 76 стран.

Прежде чем рассмотреть главные идеи «последнего русского энциклопедиста», главы т. н. организационно-производственной экономической школы, возникшей в связи с быстрым ростом крестьянских кооперативов, остановимся на практической деятельности Чаянова в этой области.

По числу кооперативов (50 000) и их членов (14 млн человек) Россия к 1917 г. занимала первое место в мире. В годы Первой мировой войны Чаянов работал в Лиге аграрных реформ, в различных комиссиях Особого совещания по продовольствию, составлял «Общий план обеспечения продовольствием

населения». В 1915 г. аграрник стал одним из организаторов и руководителей Центрального союза льноводческих кооперативов – Льноцентра.

После Февральской революции 1917 г. экономист занимал должность товарища министра земледелия во Временном правительстве, где выдвинул план реконструкции аграрного сектора.



*А.В. Чаянов*

В советское время Чаянов занимал руководящие посты в кооперации – Центросоюзе, был членом коллегии Наркомата земледелия и представителем его в Госплане, ездил советником на Генуэзскую конференцию. В рабочей библиотеке В.И. Ленина, с которым ученый встречался лично, находились 6 его работ, которые вождь использовал при написании статьи «О кооперации». Впоследствии по заказу И.В. Сталина Чаянов разрабатывал экономическую и политическую модель «автаркии»

– полностью отделенного ото всех прочих и при этом самодостаточного государства.

Чаянов был автором многих программ аграрных преобразований. Выступал против уравнительного землепользования; обосновал необходимость введения единого сельхозналога; выдвинул концепцию водной ренты для районов орошаемого земледелия; предложил методику определения оптимальных размеров сельхозпредприятий. Разработал мероприятия по специализации регионов на экономически выгодных культурах; по рациональному сочетанию отраслей при их подчиненности отрасли, производящей наиболее рентабельные продукты; по правильному землеустройству; по использованию достижений аграрной науки и др.

В середине 1920-х гг. Чаянов создал концепцию трудового хозяйства отдельной крестьянской семьи, теорию крестьянской кооперации и теорию организации аграрного сектора в целом.

Главным предметом исследования ученого было семейно-трудовое крестьянское хозяйство, нацеленное на удовлетворение потребностей членов семьи. Настроенный резко против капиталистической эксплуатации в сельском хозяйстве, Чаянов проанализировал структуру крестьянского хозяйства (организацию труда, семейный бюджет, цели, которыми руководствуется оно) и предложил вовлечь в рыночные отношения миллионы крестьянских хозяйств.

Экономист убедительно показал, что крестьянин, владелец небольшого земельного участка, стремится не столько к умножению прибыли, сколько к увеличению валового дохода. (Валовый доход – разность между суммой денежной выручки от продажи товара и суммой материальных затрат на его производство; или сумма заработной платы и прибыли.) Главная забота владельца участка – обеспечить потребление своей семьи, на что уходит лишь часть дохода – гораздо меньшая, нежели в капиталистическом хозяйстве. При любых потрясениях крестьянские хозяйства страдают гораздо меньше, чем капиталистические, демонстрируя свою исключительную выживаемость и устойчивость.

Понимая преимущества крупного сельхозпроизводства, ученый доказал, что в России нет условий для развития фермерских хозяйств американского типа, а оптимальным является сочетание отдельного семейного крестьянского хозяйства с крупными кооперативными организациями. То есть выращиванием растений и животных должно заниматься семейное производство, а всеми остальными технологическими и экономическими операциями (переработкой продукции, ее

хранением, реализацией, кредитованием, закупкой и обслуживанием техники, заготовкой минеральных удобрений, семян, племенной, селекционной работой и пр.) – кооперативные организации. В массовом переходе этих отпочковывающихся от семейно-трудового хозяйства операций в ведение крупных кооперативных товариществ Чаянов видел будущее аграрного сектора. При этом крестьяне освобождались от эксплуатации со стороны перекупщиков и ростовщиков.

На это аграрник обращал особое внимание. Именно в этом состоит актуальное для наших дней открытие Чаянова – в отсутствии в сельском хозяйстве спекулянтства.

«Крестьянское хозяйство противостоит во всей своей ничтожности и слабости ожесточенному напору мощных капиталистических предприятий, получающих свои прибыли за счет недоплаты за продукты крестьянского труда и переплаты за покупаемые крестьянами товаров. Перед нами обычная картина глубочайшего захвата крестьянских масс торговым капиталом и подлинный боевой социально-экономический фронт борьбы за уровень оплаты крестьянского труда…

Поэтому для крестьянских хозяйств приобретает исключительное значение единственно надежный выход из положения – возможность путем кооперирования многих тысяч хозяйств создать свои крестьянские специальные могущественные организации, организующих денежный бюджет крестьянства при помощи создания своих – крестьянством обслуживающих и крестьянством управляемых крупнейших торговых аппаратов».

Особый акцент Чаянов делал на принципах кооперирования – постепенности, добровольности и поддержки кооперации государством.

К сожалению, реализация предложений экономиста проходила с огромными трудностями. Много полезного игнорировалось, иногда проводилось в жизнь в искаженном виде, поскольку все его идеи преобразования аграрного сектора шли тогда вразрез с официальной политикой создания колхозов.

На Конференции аграрников-марксистов (1929) на ученого набросился Л.Д. Троцкий, потом – Г.Е. Зиновьев, а потом – и вся конференция. Затем Чаянов был дважды арестован, осужден по сфабрикованному Я.С. Аграновым делу «Трудовой крестьянской партии», в 1937 г. расстрелян.

Реабилитировали ученого спустя 50 лет. Тогда же были опубликованы его труды – они всколыхнули общественность, но стали в основном оселком, на котором публицисты оттачивали свой язык. «После официальной реабилитации он (Чаянов. – *В.Л.* ) сразу же был “иконизирован” взамен того, чтобы использовать его

идеи» (Т. Шанин).

Сегодня сельское хозяйство России по-прежнему пытаются вытащить из глубочайшего кризиса не на плечах личных подворий, а крупных хозяйственных структур (агрохолдингов и долевых предприятий, организованных на базе прежних колхозов и совхозов).

Уму не постижимо – сегодня в личных хозяйствах производится едва ли не весь российский картофель и мед, треть яиц, половина молока, мяса и птицы, три четверти овощей, а цены, по которым у производителей «забирают» их хлеб, по-прежнему в несколько раз меньше цен реализации! На сельских подворьях заправляют перекупщики, а на рынках продукцию реализуют, как правило, нанимаемые за гроши туземные продавцы. Даже того американского фермерства, о котором не умолкает смишная трескотня, на деревне нет и в помине. Во всяком случае, его удельный вес в общем объеме производства упомянутых продуктов питания в 10–30 раз меньше. То есть в России кооперацией в чаяновском смысле и не пахнет. Процветает обираловка и спекуляция.

Похоже, по-прежнему актуальны слова Чаянова, кстати, подкорректировавшего в конце жизни некоторые свои положения относительно фермерских хозяйств: «Для нас возможен единственный верный путь спасения, неизвестный и закрытый капиталистическим организациям, – путь этот: переложить тяжесть удара на плечи… русского крестьянского хозяйства. Нужна кооперативная общественная жизнь, кооперативное общественное мнение, массовый захват крестьянских масс в нашу работу».

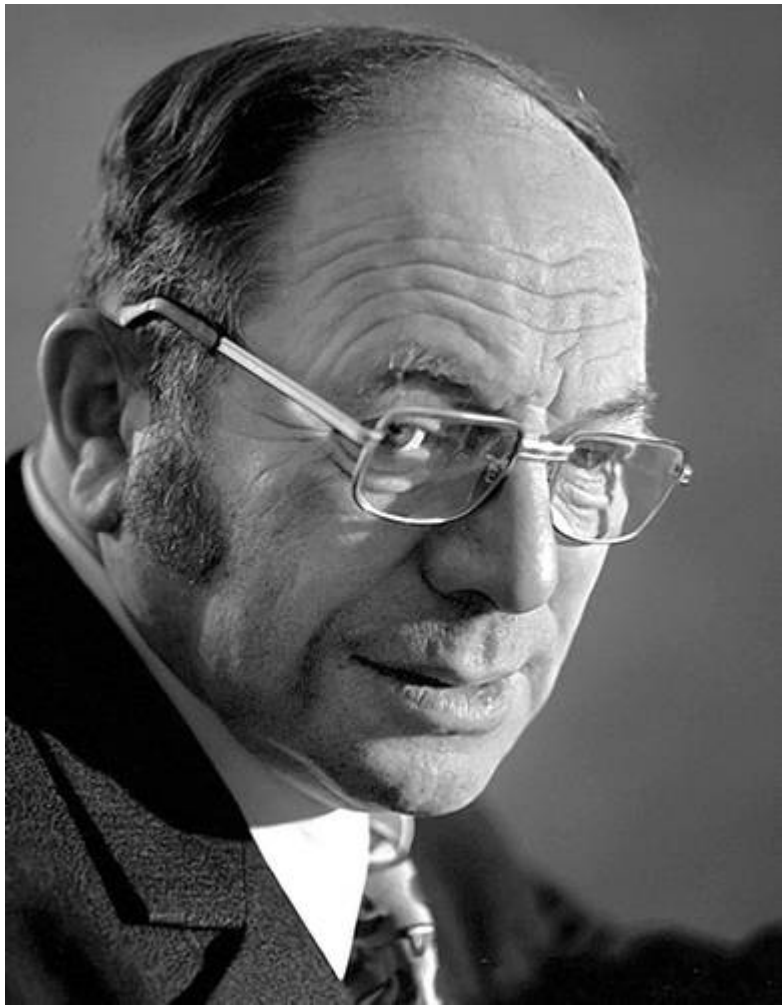
# ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ КАНТОРОВИЧА

*Математик, экономист, профессор Ленинградского университета, Высшего инженерно-технического училища ВМФ, Новосибирского государственного университета, академик АН СССР и ряда зарубежных академий, почетный доктор многих университетов мира; основатель и начальник математико-экономического отдела, заместитель директора Института математики им. С.Л. Соболева СО АН СССР; лауреат Сталинской и двух Ленинских премий; кавалер двух орденов Ленина, трех орденов Трудового Красного Знамени, орденов «Знак Почета», Отечественной войны 1-й степени и медалей, Леонид Витальевич Канторович (1912–1986) является автором более 200 научных работ и полутора десятка монографий по дескриптивной теории функций и теории множеств, функциональному анализу и теории экстремальных задач, по вычислительной математике. Мировую известность Канторовичу принесли труды по математической экономике, за которые он был удостоен в 1975 г. Нобелевской премии по экономике (совместно с американским математиком Т.Ч. Купмансом) – «за вклад в теорию оптимального распределения ресурсов в экономике».*

Лучше всего начать рассказ о главном научном достижении Л.В. Канторовича с двух практических задач, решенных математиком и ставших яркой иллюстрацией новой науки – математической экономики.

Канторович «мог служить отличным примером того, кого надо было бы называть “математиком-прикладником”. Его чутье в прикладных вопросах и обширнейшие контакты с инженерами, военными, экономистами сделали его необычайно популярным среди тех, кто применял математику. Сам он говорил, что чувствует себя не только математиком, но и инженером» (А.М. Вершик).

В 1959 г. ученому поручили найти оптимальные тарифы такси в пределах страны. Математик с 20 сотрудниками, детально проанализировав огромный массив данных, за неделю выдал свои рекомендации. В частности, предложил снизить тариф и ввести небольшую плату за посадку. Новые тарифы были внедрены и использовались до 1990-х гг.



*Л.В. Канторович*

А за двадцать лет до этого, в 1938 г., Канторовича, консультанта Ленинградского фанерного треста, руководство попросило рассчитать оптимальную загрузку оборудования. Методик для подобных расчетов в мире не было. А если и были классические методы, применяемые в математическом анализе, они требовали решения десятков тысяч или даже миллионов систем уравнений. Ученый блестяще справился с поставленной задачей.

26-летний доктор физико-математических наук представил переменную, подлежащую максимизации, в виде суммы стоимостей продукции, выпускаемой всеми станками. Ввел уравнения-ограничители, устанавливающие соотношение между факторами производства (количеством расходуемой древесины, электроэнергии, рабочего времени и т. п.) и количеством продукции, выпускаемой каждым из станков. В эти уравнения

ввел новые переменные (т. н. разрешающие мультипликаторы) как коэффициенты к каждому из факторов производства. Решив эти уравнения с использованием метода последовательного приближения, ученый интерпретировал результаты с позиций экономиста.

Главная идея заключалась в том, что каждый станок должен использоваться для производства того продукта, в изготовлении которого он обладает наибольшей относительной эффективностью.

Производители фанеры получили прибыль, а мировая наука новую дисциплину – линейное программирование (это название появилось позже в трудах американского математика Дж. Б. Данцига, разработавшего аналогичный алгоритм – т. н. симплекс-метод).

Новый метод Канторовича позволял решить множество насущных задач – распределение транспортных грузопотоков, оптимальное использование ресурсов, рациональный раскрой материала, перемещений грунта, наилучшее использование посевных площадей и др. В современной терминологии эти задачи относятся к «операционному управлению». Этот метод нашел широкое применение во всем мире.

Обобщив «фанерный» опыт, в 1939 г. Канторович опубликовал работу «Математические методы организации и планирования производства». В ней впервые в истории были сформулированы принципы планирования и построения производственного процесса на основе математических моделей. Автор показал, что все экономические проблемы распределения могут рассматриваться как проблемы максимизации при многочисленных ограничителях и могут быть решены с помощью линейного программирования. В результате предприятие минимизировало расходы и добивалось максимальной экономической эффективности.

Следующая основополагающая работа математика – «Экономический расчет наилучшего использования ресурсов» была написана в 1942 г., но издана только в 1959 г.

На основе своих трудов ученый создал математические методы оптимального планирования, эффективные как на микроуровне (предприятие), так и на макроуровне (корпорация или государство). Канторович открыл объективный механизм взаимосвязи оптимальных решений и оптимальных цен в планировании.

Созданную ученым математическую экономику оценили у нас после того, как аналогичные результаты стали использоваться на Западе. Но при этом никто из зарубежных ученых не оспаривал

приоритета русского математика. «Работа Канторовича 1939 г. содержит почти все области приложений, известные в 1960 г.», – соглашались они. То есть фактически русский ученый опередил развитие мировой науки на 20 лет.

Инструментарий этого направления Канторович и его ученики довели до практического применения, он выявлял разные классы задач – от раскройки материала и выбора оборудования до задач народнохозяйственного уровня, проблем инноваций и технического прогресса.

Сегодня для решения подобных глобальных задач используются совершенные компьютерные методики. Симплекс-метод включен в свободно распространяемые программные пакеты. Эти пакеты позволяют ввести задачу в виде системы линейных уравнений или линейных неравенств, а затем решают ее. Современные пакеты программ для решения задач линейного программирования позволяют решать задачи, включающие до одного миллиарда переменных. Скорость, с которой производятся вычисления, увеличилась по сравнению с докомпьютерным периодом во много миллиардов раз.

Этот прогресс в алгоритмах линейного программирования и в компьютерной технологии означает, что линейное программирование отныне может быть применено к детальному планированию в масштабах всей экономики, а не только на агрегированном уровне. Как говорится, дело за инициативой российского правительства.

Идеи и методы этой дисциплины широко используются для постановки и решения разнообразных экстремальных и вариационных задач не только в экономике, но и в физике, химии, энергетике, геологии, биологии, механике и теории управления. Линейное программирование оказывает существенное влияние также на развитие вычислительной математики и вычислительной техники; имеет серьезные связи с дискретной математикой и комбинаторикой, с функциональным и выпуклым анализом, с вариационным исчислением и множителями Лагранжа, с линейными моделями и марковскими процессами…

В 1965 г. исследования Л.Д. Канторовича в области экономико-математических методов были удостоены Ленинской премии (вместе с академиком В.С. Немчиновым и профессором В.В. Новожиловым), а в 1975 г. Канторович вместе с американским экономистом Т. Купмансом был отмечен Нобелевской премией по экономике – за «вклад в теорию оптимального использования ресурсов».

Один из выдающихся экономистов XX в., академик СО РАН

А.Г. Аганбегян назвал открытие Л.В. Канторовича «переворотом в экономике». «Жизнь подкидывает множество разнообразных проектов, которые растянуты во времени, когда нужно дисконтирование, сопоставление доходов и расходов разных периодов, когда нужно учитывать связи разных производств. И все эти вопросы, оказывается, можно четко решить» при наличии соответствующего инструментария, в данном случае – линейного программирования.